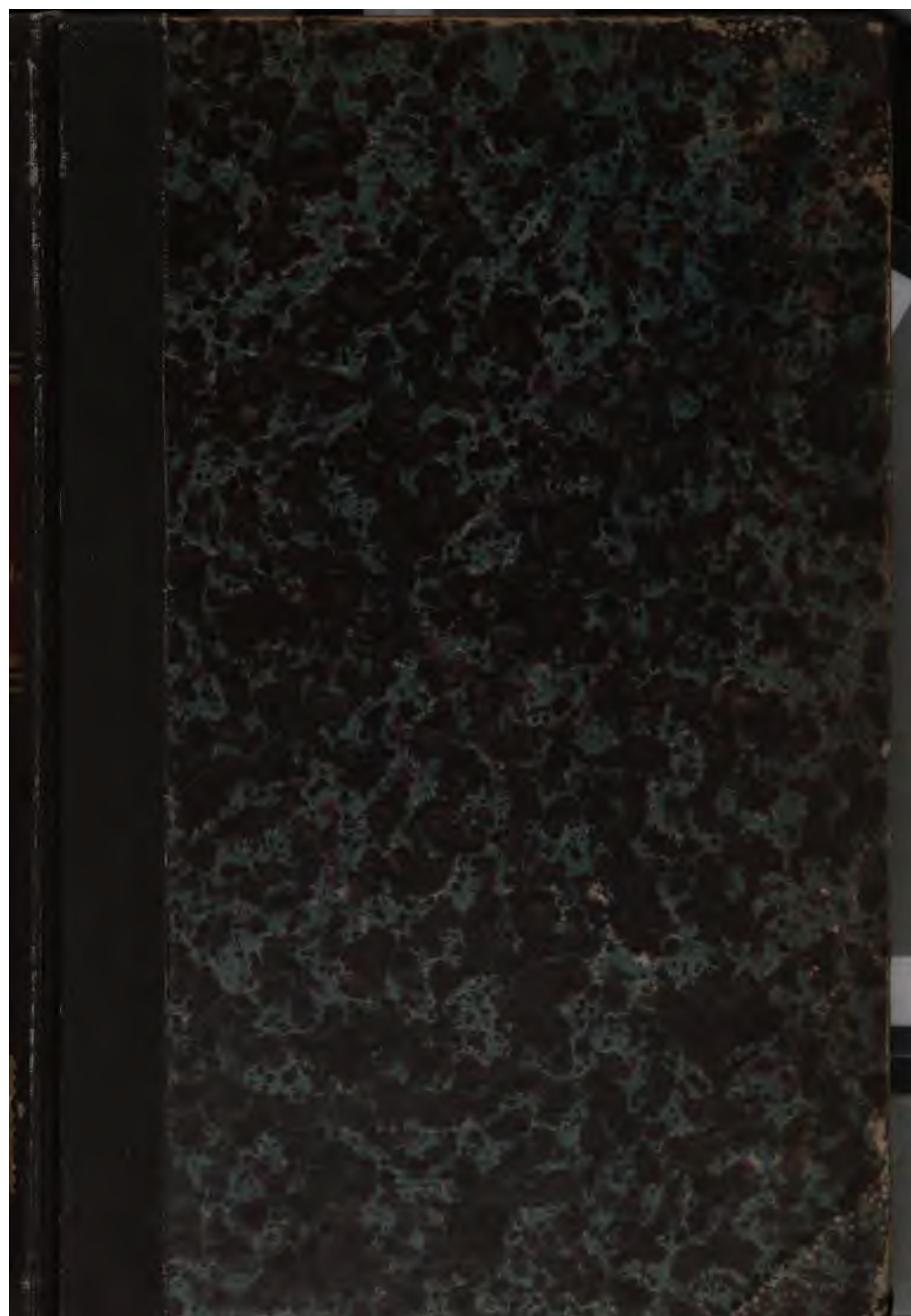



Ex-libris
Charles Atwood
Kofoid



Ansichten
aus
Natur und Wissenschaft.

Für Gebildete.

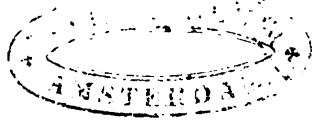
Von

Hermann J. Klein,

Doctor der Philosophie, Herausgeber der „Gaea" und der „Vierteljahresrevue der Naturwissenschaften", Mitglied der astronomischen Gesellschaft, der naturforschenden Gesellschaft „Isis" in Dresden, der wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde zu Hanau, der naturforschenden Gesellschaft zu Danzig rc. rc.

Graz, 1875.

Druck und Verlag von Leykam-Josefsthal.



Vorwort.

Das gegenwärtige Buch reiht sich meiner Schrift „Naturwissenschaftliche Bilder und Skizzen", welche in demselben Verlage erschienen ist, an. Wie diese enthält es eine ausgewählte und methodisch geordnete Sammlung von Arbeiten, die zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten bereits vor ein engeres Publikum getreten sind. Für die gegenwärtige Sammlung wurden sie natürlich überall wo nöthig umgearbeitet und, dem dermaligen Zustande der Wissenschaft entsprechend, vervollständigt. Obgleich allgemein verständlich, dürften die nachstehenden Aufsätze doch Vieles enthalten, was auch dem mit dem Gegenstande bereits vertrauten Leser, neue Gesichtspunkte eröffnet.

Hoffentlich wird der Fachmann anerkennen, daß neben großer Sorgfalt in der Form der Darstellung,

überall der Charakter der Wissenschaft streng gewahrt worden, und daß ich auch in diesem Buche dem Grundsatze treu geblieben bin, den ich seit mehr als 10 Jahren in meiner naturwissenschaftlichen Zeitschrift „Gaea“ nicht ohne Erfolg vertreten habe: „Populär der Form, wissenschaftlich dem Gehalte nach.“

Köln.

Der Verfasser.

Inhaltsübersicht.

Zur Geschichte, Theorie und Praxis der Spectralanalyse.

I. Geschichtliches. Nachweis von Eisendämpfen in der Sonnenatmosphäre. Auffindung von vier neuen chemischen Elementen. Anwendung der Spectralanalyse beim Bessemerprocesse. S. 3—16.

II. Erklärung der dunkelen Linien des Sonnenspectrums. Beobachtung der Sonnenprotuberanzen zu jeder Zeit. Physikalische Natur dieser Gebilde. Einfluß der Erdatmosphäre auf die dunkelen Linien des Sonnenspectrums. Die Spectralanalyse des Kometenlichtes. S. 17—31.

III. Die Zusammensetzung der Fixsternatmosphären. Secchi's Beobachtungen. Typen der Fixsterne. Spectralanalyse der Nebelflecke. Eigenbewegung der Himmelskörper durch die Spectralanalyse nachgewiesen. Spectrum des Nordlichtes. S. 32—47.

Der Mond, seine Weltstellung und individuelle Natur.

I. Einleitung. Umlaufszeit, Gestalt der Bahn, Excentricität, Neigung, Bewegung der Knoten und Apsiden, Neigung des Mondäquators. Die Ursachen der raschen Veränderungen der Bahnelemente des Mondes. Die Störungen der rein elliptischen Mondbewegung. S. 51—68.

II. Axendrehung des Mondes. Libration. Farbe, Helligkeit, Wärmewirkungen des Mondlichtes. Das aschgraue oder

secundäre Licht. Bestimmung der Entfernung des Mondes. Scheinbarer und wahrer Monddurchmesser. Areal, Masse und mittlere Dichte des Mondes. S. 69—82.

III. Meinungen der verschiedenen Völker über die Flecke des Mondes. Galilei's erste Beobachtungen der Mondflecke im Fernrohr. Geschichtliche Uebersicht der Versuche zur Herstellung von Mondkarten.

Speciellere Betrachtung der Mondoberfläche. Wallebenen, Ringgebirge, Krater. Messungsmethoden der Höhen von Mondbergen. Findet auf dem Monde gegenwärtig vulcanische Thätigkeit statt? Die Rillen. Ueber die angenommene Mondatmosphäre. Aussichten welche sich bei Anwendung größerer Fernrohre für ein genaueres Studium der Mondoberfläche darbieten. S. 69—113.

IV. Der Einfluß des Mondes auf die Erde. Atmosphärische Mondfluth. Existirt ein Einfluß der Mondphasen auf den Barometerstand und die Regenmenge? Einwirkung des Mondes auf die magnetischen Verhältnisse der Erde. S. 114—115.

Sternhaufen und Nebelflecke.

I. Die Regionen der Fixsternräume. Herschel's Untersuchungen über den Bau der Sternhaufen. Entfernungen dieser Weltsysteme. Stellung der Sternhaufen im Universum. S. 129—142.

II. Geschichtliches über die Entdeckung der Nebelflecke. Herschel's Arbeiten auf diesem Gebiete. Untersuchungen seit Herschel's Tode. Doppelnebel und veränderliche Nebel. S. 143—161.

Aus der Vergangenheit unserer Erde.

I. Einleitung. Frühester Zustand des Erdballs. Die ersten organischen Wesen. Die Kohlenzeit. Die jurassische Periode und die Kreidezeit. Das Diluvium. S. 165—183.

II. Die Eiszeit. Zusammenleben des Menschen mit ausgestorbenen Thieren der Vorwelt. S. 84—197.

Wirbelstürme und Wettersäulen.

Reye's Arbeiten über diesen Gegenstand. Auftreten von heftigen Wirbelwinden bei großartigen Bränden. Formen und allgemeines Auftreten der Wettersäulen. Entstehung derselben nach Reye. Die Tornados. Wirbelstürme der chinesischen, ostindischen und westindischen Meere. Mechanische Wirkung der Orkane. Reye's Untersuchung der Ursache der Wirbelstürme. S. 201—218.

Der Diamant.

Einleitung. Historisches über die Entdeckung der Verbrennbarkeit der Diamanten. Hypothesen über seine Entstehung. Hauptfundorte und Art der Gewinnung. Die verschiedenen Schnittformen der Diamanten. Der Braganza. Der Kohinoor. Der Orlow. Der Schah. Der Regent. Der Sancy. Der Florentiner. Der Stern des Südens. Werthbestimmung des Diamanten. S. 221—237.

Die menschliche Gesellschaft im Lichte der Statistik.

I. Was hat man unter Statistik zu verstehen? Das Gesetz der großen Zahlen. Die Lehre von den Symptonen. S. 241—248.

II. Gesetze der Geburten und Todesfälle. Jährliche Periode in der Zahl der Geburten. Verhältniß der Zahl der Knaben zu den Mädchen unter den Neugebornen. Einfluß von Krieg, Seuchen und Theuerungen auf die Zahl der Geburten. S. 249—253.

III. Die Sterblichkeitsverhältnisse. Beispiele abnormer Mortalität bei früheren Seuchen. Ursachen der ehemaligen, größeren Sterblichkeit. Einfluß des Wohlstandes auf die Lebensdauer. Zunahme der mittleren Dauer des Lebens in den letzten Jahrhunderten. S. 254—262.

IV. Mortalitätstabellen. Berechnung der Lebenswahrscheinlichkeit für jedes Alter. Wahrscheinlichkeit der Dauer einer Ehe. S. 263—267.

V. Mittlere Lebensdauer in Schweden, England, Belgien, den Niederlanden und in Baiern. Jährliche Periode in der Häufigkeit der Todesfälle. Anzahl der jährlichen Todesfälle im Verhältniß zur Zahl der Bewohner in den hauptsächlichsten europäischen Staaten. S. 268—272.

VI. Die Ehe im Lichte der Statistik. Einfluß der socialen Zustände auf die Zahl der Eheschließungen. Die mittleren Altersverhältnisse in der Ehe. S. 273—277.

VII. Die moralischen Qualitäten des Menschen. Gibt es eine angeborene Moral? Einfluß der äußeren Bedingungen auf die Moral. Statistisches über die Anzahl der Verbrechen gegen Personen und Eigenthum in den verschiedenen Ländern. S. 278—287.

VIII. Einfluß des Alters auf die Neigung zum Verbrechen. Einfluß des Geschlechtes auf die Art des Verbrechens. Charakteristik des „mittleren Menschen". S. 288—292.

IX. Statistisches über den Selbstmord. Einfluß des Geschlechtes nach Anzahl und Art des Selbstmordes. Einfluß des Alters und der Jahreszeiten. Der freie Willen und das Gesetz der großen Zahlen. S. 293—298.

Zur Geschichte, Theorie und Praxis der Spectralanalyse.

I.

Die Spectralanalyse ist der jüngste und merkwürdigste Zweig der allgemeinen Physik. In der That hätte Niemand vor einem Viertel-Jahrhundert ahnen können, daß es uns heute, Dank einer ebenso einfachen als sichern Analyse des Lichtes, möglich sei, bis in die entlegensten Regionen des Weltraumes einzudringen und die stoffliche Zusammensetzung von Körpern zu ermitteln, die unserer Berührung ewig unerreichbar, in ungemessenen Fernen sich befinden. Aber während die Spectralanalyse über die stofflichen Elemente auf entfernten Weltkörpern Aufschluß verschafft, hat sie uns auch über die Materie in unserer nächsten Nähe die merkwürdigsten Aufschlüsse gegeben; nicht allein lehrte sie uns vier neue Elemente kennen, von deren Existenz der Chemiker vordem keine Ahnung besaß, sondern sie hat auch unsere Vorstellungen über die Häufigkeit gewisser einfacher Stoffe wesentlich modificirt und berichtigt. Mit Hilfe der Spectralanalyse überzeugen wir uns, daß wir allenthalben auf der Erde, zu jeder Zeit und in allen Lagen, der Natriumverbin-

dungen uns nicht erwehren können. Der Staub, den Jedermann mit sich herumträgt enthält Natriumverbindungen. Wenn man in die Hände klatscht, den Rock schüttelt, ein Buch zusammenklappt, mit dem Fuße auf den Boden stampft: sofort zeigt die nicht leuchtende Flamme, welche bei der spectralanalytischen Untersuchung benutzt wird, die Reaction auf Natrium! Kein Mensch hätte früher an eine so allgemeine Verbreitung der Natriumverbindungen gedacht. Das Metall Lithium war früher nur in einigen, noch dazu seltenen Mineralien aufgefunden worden; da kam die Spectralanalyse und zeigte, daß dieses Element ganz allgemein verbreitet ist. Mit Hülfe der Spectralanalyse läßt sich der dreitausendmillionte Theil von einem Gramm eines Natriumsalzes mit Bestimmtheit nachweisen, der hundertmillionte Theil von einem Gramm Lithium u. s. w. Eine quantitative Analyse von solcher Feinheit und Empfindlichkeit übersteigt weitaus das kühnste Hoffen von vordem!

Und wer ist nun der Entdecker dieser merkwürdigen Analyse? Es sind die beiden Heidelberger Professoren Kirchhoff und Bunsen, der Eine ein eminenter Physiker, der Andere ein berühmter Chemiker. In ihnen haben sich Physik und Chemie gewissermaßen die Hände gereicht, um eine neue Methode zu schaffen, das beiden Wissensgebieten von größter Wichtigkeit geworden. Wenn man in Heidelberg in einer Gesellschaft oder an einem öffentlichen Orte den Professor Kirchhoff trifft, so kann man sich darauf verlassen, daß der Professor Bunsen nicht weit entfernt ist, und umgekehrt. So wie

diese beiden Forscher im Leben durch die Bande unzertrennlicher Freundschaft einander nahe stehen, so hat die Entdeckung der Spectralanalyse für die fernste Zukunft ihre Namen untrennbar mit einander verknüpft. Wo immer von Spectralanalyse gesprochen wird, da wird auch ihrer gedacht!

Ohne Ansprüche von Rechts und Links ist das Debut freilich nicht abgelaufen; es hat sich auch bezüglich der Spectralanalyse gezeigt, daß Mancher nahe daran war den Schatz zu heben, aber gefunden haben ihn erst die Heidelberger.

Der Erste welcher sich mit der Untersuchung des Sonnenspectrums befaßte, ist bekanntlich Newton gewesen. Im Jahre 1675 überreichte er der Royal Society seine berühmte Abhandlung über Optik, in welcher er die Zerlegung des weißen Sonnenlichtes durch das Prisma in ein längliches Farbenband (Spectrum) nachwies. Er ließ das Sonnenlicht durch ein rundes Loch auf das Prisma fallen und sah dann einen ununterbrochenen farbigen Streifen, welcher alle Regenbogenfarben enthielt. Im Jahre 1802 wiederholte Wollaston, den die Engländer den Papst nannten, weil er sich bei seinen zahlreichen Untersuchungen angeblich nie irrte, die Newton'schen Versuche. Er ließ das Sonnenlicht statt durch ein rundes Loch durch einen feinen Spalt auf das Prisma fallen, und zwar so, daß die Kante des Brechungswinkels parallel mit dem Spalte war. Auf diesem Wege erhielt Wollaston ein Spectrum, welches mehrere schwarze Linien, so ziemlich auf den Grenzen der Hauptfarben,

zeigte. Leider bewährte sich bei dieser Beobachtung sein päpstlicher Beinamen ganz und gar nicht; denn er gerieth auf die Idee, jene schwarzen Querlinien bezeichneten die natürlichen Grenzen der benachbarten Farbenreiche, und ohne sich weiter zu fragen, wie es denn komme, daß diese natürlichen Grenzen in der angegebenen Weise charakterisirt seien, ließ er die Sache liegen und entging dadurch dem Ruhme einer großen Entdeckung. Die dunklen Linien Wollaston's konnte Newton aus dem Grunde nicht sehen, weil er das Sonnenlicht durch ein rundes Loch auf das Prisma fallen ließ. Auf diese Weise erhielt er kein sogenanntes reines Spectrum, sondern eine Reihe von solchen, welche sich gegenseitig überdeckten, weil das Licht von verschiedenen Stellen des runden Loches auf das Prisma fiel. Der erste welcher die dunklen Linien genauer untersuchte, war der berühmte deutsche Optiker Fraunhofer, im Jahre 1814. Er sah deren eine große Anzahl und maß von 576 die genaue Lage. Die am stärksten hervortretenden bezeichnete er bei Roth anfangend, mit den Buchstaben A bis H.

Fraunhofer blieb indeß nicht bei der Auffindung der zahlreichen dunklen Linien des Sonnenspectrums stehen, sondern untersuchte auch das Spectrum verschiedener Sterne und des elektrischen Lichtes. Als er das Licht des äußern Flammenmantels einer Kerze durch sein Prisma fallen ließ, entdeckte er, daß es homogen gelb sei und sich im Spectrum auf eine doppelte Linie reducire. Er erinnerte sich, daß eine dunkle Doppellinie genau an derselben Stelle im gelben Theile des Sonnenspectrums ebenfalls

auftrete. Auf eine sinnreiche Weise ließ er beide Spectra übereinander fallen und fand die vollkommenste Uebereinstimmung in Bezug auf jene Doppellinie. Es ist die Linie D gemeint, und Fraunhofer konnte nicht ahnen, daß ihr Auftreten die Gegenwart von Natrium anzeige.

Im Jahre 1825 beschäftigte sich Sir John Herschel mit Untersuchung der Spectra gefärbter Flammen und kam dabei zu der (richtigen) Behauptung, daß die Farben, welche verschiedene Körper der Flamme ertheilen, in vielen Fällen ein einfaches und leichtes Mittel darbieten, außerordentlich kleine Mengen davon zu entdecken.

Die wichtigsten Fortschritte bahnte um diese Zeit Fox Talbot an. Im Jahre 1826 veröffentlichte er eine Abhandlung, in welcher er nachzuweisen suchte, daß die gelbe Linie (D) das Vorhandensein des Schwefels anzeige und daß die Kalisalze eine violette und rothe Linie als Spectrum geben. Zum Schlusse seiner Untersuchungen sprach er die Ansicht aus, daß gewissen Körpern gewisse Spectrallinien eigenthümlich seien. Wenn diese Meinung, fuhr er fort, sich als richtig herausstellt, so würde ein Blick auf das prismatische Spectrum einer Flamme hinreichen, um zu beweisen, daß in ihr Substanzen vorhanden sind, welche sonst nur eine mühsame chemische Analyse nachzuweisen vermag. Im Jahre 1827 untersuchte Talbot die Spectra des Strontians und Lithiums. Er sagt hierüber: „Die Flamme des Strontians gibt im Spectrum eine große Anzahl von rothen Linien, alle von einander durch dunkle Zwischenräume geschieden, ohne des Orange zu gedenken und einer sehr scharfen hellen blauen Linie.

Das Lithium gibt nur einen rothen Strahl. Hiernach zögere ich nicht, zu erklären, daß die optische Analyse im Stande ist, die kleinsten Mengen dieser beiden Elementarkörper mit der gleichen, wenn nicht größeren Sicherheit anzugeben, als dies nach jeder andern bekannten Methode möglich ist. Im Jahre 1836 veröffentlichte Talbot Beschreibungen der Spectra des Goldes, des Kupfers, des Zinkes, der Borsäure und des Baryts. Mit demselben Gegenstande beschäftigte sich um diese Zeit auch Brewster und legte seine bezüglichen Resultate 1842 der brittischen Gesellschaft auf der Versammlung zu Manchester vor. Er hob ausdrücklich hervor, daß die hellen Linien, welche in unseren Flammen charakteristisch für gewisse Elemente sind, ihrer Lage nach genau übereinstimmen mit den dunklen Linien des Sonnenspectrums, eine Thatsache welche, wie oben bemerkt, für die Doppellinie D bereits Fraunhofer constatirt hatte. „Als ich," sagte er, „mittels eines ausgezeichneten Prisma's von Fraunhofer das Spectrum des brennenden Salpeters untersuchte, war ich überrascht, die von Talbot entdeckte rothe Linie von mehreren anderen begleitet zu sehen, und wahrzunehmen, daß der äußerste rothe Strahl genau mit der dunklen Linie A im Sonnenspectrum zusammenfällt. Nicht minder erstaunte ich darüber, daß eine andere helle Linie mit der dunklen Fraunhofer'schen Linie B correspondirt. — Ich untersuchte mit der größten Aufmerksamkeit eine Reihe anderer Flammen und fand, wie auch bei ihnen die Eigenthümlichkeit stattfindet, daß ihre

hellen Linien mit dunkeln des Sonnenspectrums zusammenfallen."

Im Jahre 1845 veröffentlichte Professor W. A. Miller seine Untersuchungen über die Flammenspectra der Erdalkalimetalle und lieferte Zeichnungen derselben, die leider den Fehler besitzen, daß sie nicht charakteristisch genug sind, um als Erkennungsmittel für diese Metalle zu dienen. Die Ursache dieser Unvollkommenheit ist, beiläufig bemerkt, darin zu suchen, daß er sich bei seinen Versuchen einer leuchtenden Flamme bediente, statt einer nicht leuchtenden. Später haben Wheatstone, Masson, Angström, van der Willigen, Plücker und Despretz sich viel mit Untersuchungen über das Spectrum des elektrischen Funkens beschäftigt. Die Folgerung, daß die hellen Linien des Spectrums eines glühenden Gases ausschließlich durch die einzelnen chemischen Bestandtheile desselben bedingt seien, drängte sich mehr und mehr auf, aber der Beweis war nicht erbracht, und ebenso blieb es vollkommen räthselhaft, weshalb den hellen Linien der Spectra glühender Gase, dunkle Linien im Sonnenspectrum entsprachen. Im Jahre 1857 veröffentlichte Swan seine Untersuchungen über die prismatischen Spectra der Flammen von Kohlenwasserstoffverbindungen und bewies durch Experimente, daß die fast stets auftretende, helle, gelbe Linie, welche der dunklen Linie D im Sonnenspectrum entspricht, nicht dem Schwefel, sondern dem Natrium angehöre. Er fand auch, daß die Menge Kochsalz, welche ausreicht, diese Linie zu zeigen, über alle Vorstellung klein ist. „Betrachten wir," sagt er, „die fast

universelle Verbreitung der Natriumsalze und die merkwürdige Eigenschaft derselben zur Hervorbringung eines gelben Lichtes, so scheint es sehr wahrscheinlich, daß die gelbe Linie, welche in dem Spectrum fast aller Flammen erscheint, jedesmal von der Anwesenheit kleiner Natriummengen herrührt."

So weit waren die Untersuchungen gediehen, als Kirchhoff und Bunsen sich mit dem Gegenstande zu beschäftigen begannen. Kirchhoff wollte das Zusammenfallen der Natriumlinien mit der dunklen Doppellinie D des Sonnenspectrums auf directe Weise prüfen. Er entwarf zu diesem Ende ein mäßig helles Sonnenspectrum und brachte dann vor den Spalt des Apparates eine Natriumflamme. Er sah nun die dunkeln Linien D sich in helle verwandeln. Die Bunsen'sche Lampe zeigte die Natriumlinien auf dem Sonnenspectrum mit einer nicht erwarteten Helligkeit. Um zu finden, wie weit die Lichtstärke des Sonnenspectrums sich steigern ließe, ohne daß die Natriumlinien dem Auge verschwinden, ließ Kirchhoff den vollen Sonnenschein durch die Natriumflamme auf den Spalt fallen und sah mit Erstaunen die dunkeln Linien D in außerordentlicher Stärke hervortreten. Er ersetzte nun das Licht der Sonne durch Drummond'sches Licht, dessen Spectrum, wie das Spectrum eines jeden glühenden, festen oder flüssigen Körpers, keine dunkeln Linien hat. Wurde dieses Licht durch eine geeignete Kochsalzflamme geleitet, so zeigten sich in dem Spectrum dunkele Linien an den Orten der Natriumlinien. Dasselbe trat ein, wenn statt des glühenden Kalkcylinders ein

Platindraht benutzt wurde, der durch die Flamme glühend gemacht und durch einen elektrischen Strom seinem Schmelzpunkte nahe gebracht war. Diese Erscheinungen, bemerkte Kirchhoff, finden eine leichte Erklärung in der Annahme, daß eine Natriumflamme eine Absorption ausübt auf die Strahlen von der Brechbarkeit derer, die sie selbst aussendet, für alle anderen aber ganz durchsichtig ist. Ein eingehendes Studium der bei dem ganzen Vorgange stattfindenden physikalischen Bedingungen führte Kirchhoff zu dem wichtigen Satze, daß für jede Strahlengattung das Verhältniß zwischen dem Emissionsvermögen und dem Absorptionsvermögen für alle Körper bei derselben Temperatur das gleiche ist. Ein glühendes Gas absorbirt also nur die Strahlen, welche es selbst aussendet, und übt auf Strahlen der Farben, die in seinem Spectrum vorkommen, eine um so stärkere Absorption, je größer die Helligkeit dieser Farben in seinem Spectrum ist. Für Strahlen von Farben, die in seinem Spectrum fehlen und die in dem Spectrum eines andern Körpers von derselben Temperatur vorhanden sind, ist es vollkommen durchsichtig. Die hier ausgesprochene Eigenschaft läßt sich für den glühenden Natriumdampf sehr hübsch einer größeren Versammlung mit Hilfe eines von Bunsen construirten Apparates zeigen.

Die Versuche mit den Natriumlinien bildeten bei den Heidelberger Forschern nur die erste Staffel zu einer Reihe von weiteren Experimenten, Untersuchungen und Rechnungen, aus denen schließlich die Spectralanalyse fix und fertig hervorging und gleich in ihrem Gefolge,

gewissermaßen als kleine Probe von dem was sie werde leisten können, einige Entdeckungen ersten Ranges mitbrachte.

Zunächst wurde nun für eine große Anzahl von Metallen die Lage der hellen Linien ihrer Spectra genau bestimmt und auf dunkele Linien des Sonnenspectrums bezogen. Dabei fiel Kirchhoff auf, daß an allen Orten, wo er im Spectrum des Eisens helle Linien einzeichnete, im Sonnenspectrum dunkele sich befanden und je glänzender die ersteren waren, um so dunkeler die letzteren sich zeigten. Eine solche Uebereinstimmung konnte unmöglich als ein Spiel des Zufalls angesehen werden, zum Ueberflusse aber untersuchte Kirchhoff diese Thatsache auch noch nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung und fand, indem er 60 der am besten coincidirenden Linien auswählte, daß man eine Trillion gegen Eins wetten könne, daß beide Sorten von Linien, die hellen im Eisenspectrum und die entsprechenden dunkelen im Sonnenspectrum, demselben Elemente, d. h. dem Eisen, ihr Dasein verdanken. Aber noch mehr. Die angegebene große Wahrscheinlichkeit wird noch dadurch erhöht, daß je heller eine Eisenlinie, desto dunkeler die entsprechende Linie des Sonnenspectrums ist. „Es muß also," bemerkt Kirchhoff, „eine Ursache vorhanden sein, welche diese Coincidenzen bewirkt. Es läßt sich eine solche Ursache angeben, welche hierzu vollkommen geeignet ist. Die beobachtete Thatsache erklärt sich, wenn die Lichtstrahlen, welche das Sonnenspectrum geben, durch Eisendämpfe gegangen sind und hier die Absorption erlitten haben, welche Eisendämpfe ausüben müssen.

Zugleich ist dies die einzige angebbare Ursache dieser Coincidenzen, ihre Annahme erscheint daher als eine nothwendige. Noch könnten die Eisendämpfe in der Atmosphäre der Sonne oder der Erde vorhanden sein. Aber in unserer Atmosphäre kann man unmöglich Eisendämpfe in einer Menge annehmen, die zureichend wäre, um so ausgezeichnete Absorptionslinien im Sonnenspectrum hervorzurufen, als die den Eisenlinien entsprechenden sind; um so weniger, als diese Linien nicht eine merkbare Veränderung erleiden, wenn die Sonne sich dem Horizont nähert. Der Annahme solcher Dämpfe in der Atmosphäre der Sonne, steht aber bei der Höhe der Temperatur, die wir dieser zuschreiben müssen, nichts entgegen. Die Beobachtungen des Sonnenspectrums scheinen mir hiernach die Gegenwart von Eisendämpfen in der Sonnenatmosphäre mit einer so großen Sicherheit zu beweisen, als sie bei den Naturwissenschaften überhaupt erreichbar ist." Nachdem so die Gegenwart eines Stoffes in der Sonnenatmosphäre nachgewiesen war, lag die Vermuthung nahe, daß auch noch andere Elemente dort vorhanden sein dürften. Kirchhoff zögerte nicht in dieser Richtung Untersuchungen anzustellen und fand in der That aus der übereinstimmenden Lage der Spectrallinien die Anwesenheit von Calcium, Magnesium, Chrom, Nickel, Barium, Kupfer und Zink, wozu noch Natrium kommt, in der Sonnenatmosphäre. Wir verlassen jedoch für jetzt das astronomische Gebiet, auf welches uns Kirchhoff's Untersuchungen führen, da wir später darauf zurückkommen müssen. Hier wollen wir uns bloß mit den

Erweiterungen unserer chemischen Kenntnisse durch die Spectralanalyse beschäftigen.

Es war kurz nach den ersten Untersuchungen der Flammenspectra, als Bunsen eine Arbeit über die Alkalisalze unternahm, welche er durch Eindampfen einer größeren Menge des Dürkheimer Mineralwassers erhalten hatte. Als er nun nach Abscheidung aller übrigen darin befindlichen Körper das Gemisch der Chloride der Alkalimetalle mit dem Spectroskope untersuchte, sah er in dem Spectrum einige Linien, welche er nie zuvor gesehen hatte und die weder dem Kalium noch dem Natrium oder Lithium, den drei bis dahin bekannten Alkalimetallen, angehören konnten. Bunsen schloß hieraus, daß das Dürkheimer Mineralwasser noch bisher unbekannte Elemente aus der Gruppe der Alkalimetalle enthalten müsse, und so groß war sein Vertrauen auf die Aussage des Spectroskops, daß er 880 Centner des Dürkheimer Wassers eindampfte, um die Verbindung dieser neuen Metalle daraus zu isoliren. Es gelang ihm dies in der That wenngleich das Dürkheimer Mineralwasser nur so außerordentlich geringe Mengen derselben enthält, daß jene 880 Centner Wasser bloß 16·5 Gramm der gemischten Chloride lieferte. Die beiden Metalle, welche Bunsen auf diese Weise entdeckte, nannte er Caesium und Rubidium. Man fand bald, daß sie nicht bloß im Dürkheimer Mineralwasser, sondern auch an anderen Orten vorkommen; Rubidium ist gegenwärtig sogar im Tabak, im Kaffee, Thee, Cacao &c. aufgefunden.

Kaum war die Auffindung der beiden neuen Elemente

der Welt bekannt geworden, als Crookes in London im selenhaltigen Schlamme der Schwefelsäurefabrik zu Tilkerode am Harze, wiederum mit Hilfe der Spectralanalyse, ein neues Element entdeckte und dasselbe auch isolirte. Er nannte es Thallium von der schönen grünen Linie, durch welche sich dieser Körper im Spectroskope verräth. Die Herren Reich und Richter zu Freiberg in Sachsen, entdeckten 1864 in gewissen Zinkerzen das Indium, kenntlich an einer schönen, blauen Spectrallinie. Es ist ein weißes, dem Zinke ähnliches Metall.

Diese vier neuen Elemente haben bisher eine besondere technische Verwendung noch nicht gefunden. Es ist das auch sehr natürlich, wenn man bedenkt, wie schwierig ihre isolirte Darstellung ist und in wie geringen Quantitäten sie nur erhalten werden können; vielleicht besitzen diese Elemente auch an und für sich keine technische Verwendbarkeit. Dagegen hat die Spectralanalyse eine große industrielle Wichtigkeit für die Fabrication von Gußeisen nach dem Verfahren von Bessemer gefunden. Stahl unterscheidet sich von Gußeisen dadurch, daß er weniger Kohlenstoff enthält. Nach dem Bessemer'schen Verfahren wird durch weißglühendes, geschmolzenes Gußeisen ein Luftstrom geblasen und dadurch der Ueberschuß von Kohlenstoff verbrannt. Es ist aber von der größten Wichtigkeit, genau den Zeitpunkt zu treffen, wann die Umwandlung beendigt ist. Bisher schätzte der erfahrene Arbeiter dies nach dem bloßen Anblicke der Flamme; mit Hilfe des Spectroskops läßt sich der

geeignetste Zeitmoment aber weit sicherer und schärfer auffassen. In der That findet die spectroskopische Methode den Punkt zu bestimmen, wo die Gebläseluft unterbrochen werden muß, bereits seit dem Jahre 1864 in verschiedenen englischen Gußstahlfabriken mit dem besten Erfolge Anwendung.

II.

Wir haben im ersten Artikel gesehen, wie Kirchhoff aus der Uebereinstimmung der Spectrallinien und gestützt auf das Princip von dem Verhältnisse zwischen Emissions- und Absorptionsvermögen, auf die Natur der Stoffe in der Sonnenatmosphäre schloß. Dadurch wurden die bis dahin geltenden Anschauungen über das Wesen der Sonne beträchtlich modificirt. „Um die dunkelen Linien des Sonnenspectrums zu erklären, muß man annehmen, daß die Sonnenatmosphäre einen leuchtenden Körper umhüllt, der für sich allein ein continuirliches Spectrum von einer Lichtstärke gibt, die eine gewisse Grenze übersteigt. Die wahrscheinlichste Annahme, die man machen kann, ist die, daß die Sonne aus einem festen oder tropfbarflüssigen, in der höchsten Glühhitze befindlichen Kerne besteht, der umgeben ist von einer Atmosphäre von etwas niedrigerer Temperatur. Diese Vorstellung von der Beschaffenheit der Sonne ist in Uebereinstimmung mit der von Laplace begründeten Hypothese über die Bildung unseres Planetensystems. Wenn die Masse, die jetzt in den einzelnen

Körpern desselben concentrirt ist, in früheren Zeiten einen zusammenhängenden Nebel von ungeheurer Ausdehnung bildete, durch dessen Zusammenziehung Sonne, Planeten und Monde entstanden sind, so mußten alle diese Körper bei ihrer Bildung im Wesentlichen von ähnlicher Beschaffenheit sein. Die Geologie hat gelehrt, daß die Erde einst in glühend flüssigem Zustande sich befunden hat; man muß annehmen, daß auch die anderen Körper unseres Systems einmal in einem solchen gewesen sind. Die Abkühlung, die in Folge der Ausstrahlung der Wärme bei allen eingetreten ist, hat aber bei ihnen, vornehmlich je nach der verschiedenen Masse, sehr verschiedene Grade erlangt, und, während der Mond kälter als die Erde geworden ist, ist die Temperatur der Oberfläche des Sonnenkörpers noch nicht unter die Weißglühhitze gesunken. Die irdische Atmosphäre, die jetzt nur so wenig Elemente enthält, mußte, als die Erde noch glühte, eine viel mannigfaltigere Zusammensetzung haben; alle in der Glühhitze flüchtigen Stoffe mußten in ihr vorkommen. Eine entsprechende Beschaffenheit muß heute noch die Atmosphäre der Sonne besitzen." Die Folgezeit hat diesen Behauptungen Kirchhoff's in jeder Beziehung Recht gegeben. Anfangs wußte man allerdings das Spectroskop noch nicht zur Untersuchung der Sonnenatmosphäre und zur Erforschung der in ihr auftretenden Erscheinungen zu benutzen und erwartete deshalb mit Sehnsucht die nächste totale Sonnenfinsterniß am 18. August 1868. Man schloß nämlich sehr richtig, daß, wenn der Mond den eigentlichen Sonnenkern, der sich uns in der Gestalt der

Sonnenscheibe darstellt, für unsern Anblick verdeckt, die Untersuchung der dann sichtbar werdenden Atmosphäre und dessen was sie enthalte mittels des Spectroskops leicht genug werden müsse. Auch über die Natur der zur Zeit totaler Sonnenfinsternisse am Mondrande sichtbaren rothen Erscheinungen, die den Namen Protuberanzen führen, hoffte man durch Anwendung des Spectroskops ins Reine zu kommen. Von den hervorragendsten Culturvölkern Europa's wurden Expeditionen zur Beobachtung an die geeignetsten Punkte auf der Zone der Totalität ausgesandt. Man weiß welche wichtigen Aufschlüsse sie erlangt haben. Es ergab sich, daß die Protuberanzen ungeheure Eruptionen von (hauptsächlich) Wasserstoff sind, Eruptionen von deren Gewaltigkeit wir uns nur eine unvollkommene Vorstellung machen können. Das Spectrum der Protuberanzen erwies sich als bestehend aus hellen Linien, von denen hauptsächlich drei, dem glühenden Wasserstoffe entsprechend, in die Augen fallen.

Janssen, der sich bei einer der zur Beobachtung der totalen Sonnesfinsterniß ausgesandten Expeditionen befand und die hellen Spectrallinien der Protuberanzen erblickte, gerieth auf den Einfall, dieselben auch nach Vorübergang der Finsterniß am Sonnenrande aufzusuchen. Er hielt sie für hell genug, um auch dann wieder erkannt zu werden. Seine Vermuthung fand in der That Bestätigung, denn am andern Tage gelang es ihm bei vollem Sonnenscheine das Protuberanzenspectrum wahrzunehmen. Allein lange vor Janssen hatte bereits ein, bis dahin in weiteren wissenschaftlichen Kreisen gänzlich

unbekannter Mann, Norman Lockyer in London, der Royal Society die von Janssen in Anwendung gebrachte Methode vorgelegt und die Principien erläutert, auf denen sie beruht. Vergeblich bemühte er sich indessen mittels seines kleinen Spectroskops die hellen Protuberanzlinien am Sonnenrande aufzufinden, sein Instrument war dazu zu schwach. Nachdem er aber durch Hilfe der königlichen Gesellschaft zu London in den Besitz eines genügend kraftvollen Spectroskops gekommen war, fand er sofort am 20. October 1868 das Spectrum einer Protuberanz auf und beobachtete in demselben die drei hellen Linien, welche die Anwesenheit des Wasserstoffs bezeichnen. Weiter fand er bereits in den nächsten Tagen, daß die Sonne ringsum von einer Hülle aus (glühendem) Wasserstoffe umgeben ist, welcher er den Namen Chromosphäre beilegte, und daß die Protuberanzen nur locale Anhäufungen dieser Wasserstoffhülle sind. Spätere Untersuchungen von Spörer und Zöllner haben die letztere Behauptung dahin berichtigt, daß die Protuberanzen mehr oder weniger eruptiver Natur sind, daß sie mit ungeheurer Gewalt aus den obersten Schichten der eigentlichen Sonne bis zu Höhen von 20.000 Meilen in ihre glühende Atmosphäre emporgetrieben werden. Wenn auch Janssen schon am 19. August 1868 die Protuberanzen am Sonnenrande sah, Lockyer dagegen erst zwei Monate später, so gebührt doch diesem der Ruhm des Entdeckers der neuen Methode und der Franzose geht leer aus. Denn Lockyer hatte die Principien seiner Methode schon lange vor der Finsterniß veröffentlicht, und wir

haben deshalb nicht zu untersuchen, ob Janssen von dieser Publication Kenntniß besaß oder nicht, seine Beobachtungen bilden bloß eine Bestätigung der richtigen Deduction des Engländers.

Die weiteren Untersuchungen der Sonne mittels des Spectroskops haben im Großen und Ganzen die Theorie Kirchhoff's über die Sonne vollkommen bewahrheitet. — Die Bemerkungen Janssen's, daß seine Untersuchungen der Gegenden in der Nachbarschaft der Sonne keine Resultate geliefert hätten, die mit der von Kirchhoff aufgestellten Theorie im Einklang seien, daß seine Untersuchungen dagegen zur Erkenntniß der wahren Beschaffenheit des Sonnenspectrums führen müßten, hat sich hinterher als leere Prahlerei erwiesen. — „Der erste Spectroskopiker", wie die Franzosen eine Zeit lang Janssen zu nennen beliebten, hat fürderhin über den Gegenstand den Mund gehalten. Ueberhaupt sind auf dem Gebiete der Spectroskopie hauptsächlich Deutsche, Engländer, Amerikaner und Italiener thätig, der eigentliche Antheil Frankreichs ist nach einem guten Anfange bald auf Null herabgesunken.

Es hat sich nach und nach herausgestellt, daß in der Chromosphäre die heftigsten Strömungen stattfinden, an denen die obere Schicht der glühenden Metalldämpfe Theil nimmt. Diese letzteren werden dann in die Chromosphäre emporgeschleudert und in ihrem Spectrum erscheinen jetzt die hellen Linien vom Natrium, Eisen, Magnesium und Baryum. Dieselben erscheinen auch mitten auf der Sonnenscheibe in dem Spectrum der

Fackeln oder der glänzenden Stellen, welche stets in der Nähe der Sonnenflecke auftreten. Diese hellen Metalllinien sind stets schmäler als die entsprechenden Fraunhofer'schen Linien. Dies beweist, daß die glühenden Gase in einer aufsteigenden Strömung begriffen sind und daher sich in einem Zustande größerer Verdünnung befinden. In einem Sonnenflecken dagegen findet das Entgegengesetzte statt; eine niedersteigende Strömung führt die abgekühlten Dämpfe nach unten; dieselben werden verdichtet und die stärkere Absorption der Lichtstrahlen, die sie in diesem Zustande ausüben, ist durch die Verdunklung angezeigt.

Die Erscheinungen der Sonnenflecke, Lichtfackeln und Protuberanzen sind bezüglich ihrer Ursachen zurückzuführen auf ungeheure Wasserstoffstürme von so furchtbarer Gewalt, daß die wüthendsten irdischen Orkane dagegen nur als sanfter Windhauch erscheinen. Lockyer hat mit Hilfe des Spectroskops die Geschwindigkeit des dahinströmenden glühenden Wasserstoffgases gemessen. Findet nämlich eine Verschiebung oder Verbiegung beispielsweise der Linie F gegen das violette Ende des Spectrums hin um Ein Zehnmilliontel-Millimeter statt, so zeigt dies an, daß der glühende Wasserstoff mit einer Schnelligkeit von 61 Kilometern in der Secunde emporschießt, während dieselbe Verschiebung nach Roth hin ergibt, daß das glühende Gas mit der nämlichen Geschwindigkeit abwärts strömt. Erscheint, was bisweilen vorkommt, die helle Linie nach dem Violett hin zugleich mit der dunkelen, welche nach dem Roth zugeneigt ist, so schießt auf der einen

Seite heftig glühender Wasserstoff hoch empor und auf der andern stürzt kühleres Gas abwärts. Von der Heftigkeit und Ausdehnung der auf der Sonne stattfindenden Wirbelstürme, gibt Lockyer's Beobachtung am 14. März 1869 ein Beispiel. Der Spalt seines Spectroskops war ungefähr $1/_{500}$ Zoll weit, aber da das Sonnenbild im Teleskop nur einen Durchmesser von 0·94 Zoll hatte, so konnte er mit dem Spectroskop gleichzeitig eine Strecke von 2800 Kilometer übersehen und den Wirbelsturm, dessen Durchmesser gegen 2500 Kilometer betrug, in seiner ganzen Ausdehnung beobachten. Die beobachtete Verschiebung der Spectrallinien entsprach einer Geschwindigkeit von 64 Kilometern pro Secunde. Im Spectrum einer Protuberanz, welches Lockyer am 12. Mai beobachtete, entsprach die stärkste Verschiebung einer Geschwindigkeit von 190 Kilometern in der Secunde.

Bei den ersten Protuberanzbeobachtungen während des vollen Sonnenscheines, mußte man sich mit der Wahrnehmung der Spectrallinien dieser ungeheuren, glühenden Gasmassen begnügen und aus dem Auftreten dieser Linien auf die Gestalt der vorhandenen Protuberanzen schließen. Schon bald nachdem man sich mit dieser Art von Beobachtungen einigermaßen vertraut gemacht hatte, begannen aber auch schon die Bemühungen zur Ermittlung einer Methode, die Protuberanzen in ihren wahren Gestalten unmittelbar zu sehen. Nach vielen vergeblichen Versuchen gelang es zuerst Huggins mit Hilfe eines tief roth gefärbten Rubinglases eine Protuberanz wahrzunehmen, so daß er ihre Gestalt direct

zeichnen konnte, allein die weiteren Versuche auf diesem Wege wurden bald abgeschnitten durch die Entdeckung von Zöllner und Lockyer, daß es bei hinreichender Abschwächung des atmosphärischen Lichtes mittels einer genügenden Anzahl von Prismen, ausreicht, eine der Spectrallinien der Protuberanzen in das Sehfeld eines sehr stark zerstreuenden Spectroskops zu bringen und dann den Spalt des letztern genügend zu öffnen, um sofort die Protuberanz in ihrer vollen Ausdehnung wahrzunehmen.

So ist es möglich geworden, die seltsamen Formen und Veränderungen der Protuberanzgebilde am Sonnenrande Tag für Tag zu beobachten und Karten der Protuberanzen und ihrer Vertheilung anzufertigen, wie man Zeichnungen über den täglichen Fleckenzustand der Sonne besitzt. Besonders sind es die Beobachter Respighi, Secchi und Spörer, welche sich auf diesem Felde durch zahlreiche und genaue Arbeiten ausgezeichnet haben. Es gehört jedoch nicht hierhin auf den rein astronomischen Theil dieser Untersuchungen einzugehen und die Vertheilung der Protuberanzen unter den verschiedenen Breitengraden der Sonnenoberfläche zu beleuchten, ebensowenig wie wir uns dabei aufhalten können, das Für und Wider der einzelnen Ansichten über den näheren Zusammenhang, in welchem die Protuberanzen mit den Sonnenflecken stehen, hier zu erörtern. Es möge nur einiges über die allgemeinen Formen der Protuberanzen hervorgehoben werden. Der Astronom Spörer unterscheidet in dieser Beziehung zwei wesentlich verschiedene Gestalten, nämlich: Erstens,

die gewöhnlichen Protuberanzen, von geringerer Helligkeit, mehr beständig, mit häufiger Tendenz zu wolkiger Ausbreitung, nur aus Wasserstoff bestehend, wenn nicht eine bisher noch nicht identificirte Linie (D_3) eine neue uns noch unbekannte Substanz anzeigt. Zweitens, die flammigen Protuberanzen. Sie sind ausnehmend hell und können selbst bei ungünstiger Luft wahrgenommen werden. Ihre Gestalt ist außerordentlich schnell veränderlich. Außer Wasserstoff enthalten sie noch eine Menge anderer Elemente, worunter besonders häufig Magnesium auftritt. Zur Erklärung dieser Art von Protuberanzen reicht es nach Spörer nicht hin, strömende helle Massen anzunehmen, die Veränderungen sind zu schnell. Ein fast plötzliches Entstehen und Verschwinden führt zu der Annahme von elektrischen Entladungen, welche sich von den ausgeströmten Massen auch auf andere Theile der Sonnenatmosphäre erstrecken. Formen, welche einer feurigen Fontaine gleichen, sind nahe ähnlich anderen, welche zu vergleichen sind dem elektrischen Lichtbüschel, das wir an einer mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine verbundenen kleinen Kugel beobachten. Es kommen auch seitliche zackige Strahlen vor, welche nach der Meinung von Spörer kaum anders als durch elektrische Entladungen gedeutet werden können. Eine merkwürdige secundäre Bildung ist die von Spörer häufig beobachtete Thorbildung der Protuberanzen. Oft kommt auch eine einfache und nicht ganz vollständige Thorbildung vor, indem bei einer großen, bogenförmigen Protuberanz die herabgesenkte Spitze derselben nach einer kleineren Protuberanz gerichtet ist. Dies

zeichnen konnte, allein die weiteren Versuche auf diesem Wege wurden bald abgeschnitten durch die Entdeckung von Zöllner und Lockyer, daß es bei hinreichender Abschwächung des atmosphärischen Lichtes mittels einer genügenden Anzahl von Prismen, ausreicht, eine der Spectrallinien der Protuberanzen in das Sehfeld eines sehr stark zerstreuenden Spectroskops zu bringen und dann den Spalt des letztern genügend zu öffnen, um sofort die Protuberanz in ihrer vollen Ausdehnung wahrzunehmen.

So ist es möglich geworden, die seltsamen Formen und Veränderungen der Protuberanzgebilde am Sonnenrande Tag für Tag zu beobachten und Karten der Protuberanzen und ihrer Vertheilung anzufertigen, wie man Zeichnungen über den täglichen Fleckenzustand der Sonne besitzt. Besonders sind es die Beobachter Respighi, Secchi und Spörer, welche sich auf diesem Felde durch zahlreiche und genaue Arbeiten ausgezeichnet haben. Es gehört jedoch nicht hierhin auf den rein astronomischen Theil dieser Untersuchungen einzugehen und die Vertheilung der Protuberanzen unter den verschiedenen Breitengraden der Sonnenoberfläche zu beleuchten, ebensowenig wie wir uns dabei aufhalten können, das Für und Wider der einzelnen Ansichten über den näheren Zusammenhang, in welchem die Protuberanzen mit den Sonnenflecken stehen, hier zu erörtern. Es möge nur einiges über die allgemeinen Formen der Protuberanzen hervorgehoben werden. Der Astronom Spörer unterscheidet in dieser Beziehung zwei wesentlich verschiedene Gestalten, nämlich: Erstens,

die gewöhnlichen Protuberanzen, von geringerer Helligkeit, mehr beständig, mit häufiger Tendenz zu wolkiger Ausbreitung, nur aus Wasserstoff bestehend, wenn nicht eine bisher noch nicht identificirte Linie (D_3) eine neue uns noch unbekannte Substanz anzeigt. Zweitens, die flammigen Protuberanzen. Sie sind ausnehmend hell und können selbst bei ungünstiger Luft wahrgenommen werden. Ihre Gestalt ist außerordentlich schnell veränderlich. Außer Wasserstoff enthalten sie noch eine Menge anderer Elemente, worunter besonders häufig Magnesium auftritt. Zur Erklärung dieser Art von Protuberanzen reicht es nach Spörer nicht hin, strömende helle Massen anzunehmen, die Veränderungen sind zu schnell. Ein fast plötzliches Entstehen und Verschwinden führt zu der Annahme von elektrischen Entladungen, welche sich von den ausgeströmten Massen auch auf andere Theile der Sonnenatmosphäre erstrecken. Formen, welche einer feurigen Fontaine gleichen, sind nahe ähnlich anderen, welche zu vergleichen sind dem elektrischen Lichtbüschel, das wir an einer mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine verbundenen kleinen Kugel beobachten. Es kommen auch seitliche zackige Strahlen vor, welche nach der Meinung von Spörer kaum anders als durch elektrische Entladungen gedeutet werden können. Eine merkwürdige secundäre Bildung ist die von Spörer häufig beobachtete Thorbildung der Protuberanzen. Oft kommt auch eine einfache und nicht ganz vollständige Thorbildung vor, indem bei einer großen, bogenförmigen Protuberanz die herabgesenkte Spitze derselben nach einer kleineren Protuberanz gerichtet ist. Dies

ist insoferne mit unseren Tromben zu vergleichen, als Spörer einmal beobachtete, wie unterhalb der Spitze der Hauptprotuberanz eine andere entstand und sich mit jener vereinigte. Ein anderes Mal beobachtete er, daß beim Zurückweichen der Spitze der Hauptprotuberanz auch die andere aufgestiegene Protuberanz sich herabsenkte.

Man erkennt aus diesen Beschreibungen der wahrgenommenen Phänomene, daß die uns so friedlich leuchtende und Wärme spendende Sonne, der unermeßliche Schauplatz eines Kampfes der Elemente ist wie ihn an wilder Großartigkeit keines Menschen Phantasie sich ähnlich vorstellen kann. In dem ungeheuren nebelglühenden Meere, welches die Sonnenoberfläche bildet, entspringen ununterbrochen, bald hier bald da, Fontainen glühenden Wasserstoffs größer an Raumumfang als unser ganzer Erdball, sie werden emporgetrieben in eine glühende Atmosphäre bis zu einer Höhe, welche fast der Entfernung unseres Mondes von der Erde gleichkommt. Diese unermeßlichen Gluthmassen, welche unseren Erdball wegfegen würden, wie der Bach einen Kork treibt, senken sich dann häufig in ungeheuren, tausende Meilen überspannenden Bogen wieder herab und erzeugen Wirbel der glühenden Sonnenatmosphäre von Tausend Meilen Durchmesser. Es ist ein wahres Wüthen der rohen Materie auf der Sonne, es herrscht dort ein wilder Uebermuth der glühenden Mächte, desgleichen keines Menschen Geist ahnte, ehe die Spectralanalyse darüber Kunde brachte. Aber die wilde Kraft jener unbändigen Gluthmassen, sie wird in Fesseln geschlagen werden mit der Zeit. Hundert-

tausende von Jahren werden verfließen und der glühende Schauplatz der Sonnenoberfläche, er wird veröden. Freilich mit dieser Verödung ersterben auch die Licht- und Wärmespenden, welche die Sonne in so verschwenderischer Fülle ins Weltall aussandte und auch uns zukommen ließ. Wenn die Kraft jener Titanen erschöpft ist, versiegt auch der Quell des Lebens der irdischen Pygmäen.

Wir werden uns im dritten und letzten Artikel mit den Untersuchungen, welche mit Hilfe des Spectroskops am Sternenhimmel ausgeführt worden sind, beschäftigen. Hier wollen wir uns jetzt noch einmal an das normale Sonnenspectrum wenden, um die Veränderungen kennen zu lernen, welche in demselben durch unsere irdische Atmosphäre hervorgebracht werden.

Brewster war der Erste, welcher im Jahre 1833 beobachtete, daß im Sonnenspectrum neue dunkle Linien auftreten, wenn die Sonne sich dem Horizonte nähert und ihre Strahlen einen längeren Weg durch unsere Atmosphäre zu durchlaufen haben, um zum Auge des Beobachters zu gelangen. Diese Linien verdanken also einer Absorption des Sonnenlichtes in unserer Atmosphäre ihren Ursprung und werden auch deshalb atmosphärische Linien genannt. Spätere Beobachtuugen von Secchi und Janssen haben erwiesen, daß der in der Atmosphäre enthaltene Wasserdampf das eigentliche Agens ist, welche diese Absorption ausübt. Secchi hat dies durch directe Beobachtungen bestätigt, als er in einer zweitausend

Meter entfernten Flamme, sowie in großen Feuern, welche in der Nachbarschaft Roms auf den Bergen bei gewissen Gelegenheiten angezündet werden, bei Regenwetter sehr deutliche, dunkle Absorptionslinien erkannte. Der Franzose Janssen fand 1868, daß, wenn er das Licht von 16 Gasflammen durch eine 37 Meter lange Schicht von Wasserdampf, der einem Drucke von 7 Atmosphären ausgesetzt war, gehen ließ, er ein Absorptionsspectrum erhielt, dessen dunkle Streifen zwischen dem äußersten Roth und der Linie D liegen und die mit den dunklen Sonnenlinien coincidiren, welche um so stärker hervortreten, je mehr sich die Sonne dem Horizonte nähert und welche demnach durch Absorption in dem Wasserdampfe unserer eigenen Atmosphäre erzeugt werden. Janssen fand, daß die von Brewster zuerst beobachteten dunklen Absorptionsstreifen sich zu feinen Linien und Liniengruppen, welche den Fraunhofer'schen Linien vergleichbar sind, auflösen lassen, und daß dieselben ihren Ursprung in der Erdatmosphäre haben, deren Absorptionsvermögen also trotz des ungeheuren Temperaturunterschiedes große Aehnlichkeit mit dem hat, welches die Sonnenatmosphäre ausübt.

Die genaue Untersuchung der atmosphärischen Linien des Sonnenspectrums und des Einflusses, welchen die Feuchtigkeit der Luft auf deren Zahl und Intensität ausübt, hat Mittel an die Hand gegeben, auch die Gegenwart von Wasserdampf auf anderen Himmelskörpern festzustellen. Besonders interessant in dieser Beziehung sind die Beobachtungen des römischen Astronomen Secchi, aus denen hervorgeht, daß in der Sonnenatmosphäre und

zwar speciell in der Nähe großer Sonnenflecke stets Wasserdampf vorhanden ist. Diese Wahrnehmung hat für uns gegenwärtig allerdings noch etwas Räthselhaftes. Denn wir können uns offenbar nicht wohl vorstellen, daß jener Wasserdampf in der glühenden Sonnenatmosphäre über den größeren Flecken sich aus einem Zustande größter Erhitzung und Verdünnung condensiren solle. Wenigstens würde es merkwürdig sein, wenn über diesen Flecken, rings umgeben, oben, unten und seitwärts, von der glühenden Sonnenmaterie eine so beträchtliche Abkühlung eintreten sollte. Die Zukunft muß hierüber nähere Aufschlüsse bringen.

Auf die Kometen angewandt, hat die Spectralanalyse nicht minder interessante Ergebnisse geliefert.

In den Jahren 1866 und 1867 beobachtete Huggins zuerst zwei kleine Gestirne dieser Art und fand, daß in ihrem Spectrum helle Linien auftreten. Genauer beobachtet wurden aber erst der Brorsen'sche Komet und der Komet II von 1868. Sie besaßen drei helle Streifen im Spectrum, welche nach dem rothen Ende hin am glänzendsten waren und sich nach dem andern allmählich abschwächten. Das Merkwürdigste an der Sache aber war, daß das Spectrum des zweiten Kometen von 1868 die auffallendste Aehnlichkeit mit der Modification des Kohlenstoffspectrums zeigt, welches man erhält, wenn man den Inductionsfunken durch ölbildendes Gas schlagen läßt. Also Kohlenstoff ist in den Kometen enthalten und strahlt Licht aus. Aber in welchem Zustande befindet sich

dieser schwerst flüchtige aller Stoffe? „Wenn man annimmt," sagt Huggins, „daß die Kometen aus reinem Kohlenstoff bestehen, so erscheint es wahrscheinlich, daß der Kern dieses Element in condensirtem und äußerst fein vertheiltem Zustande enthält. In solcher Gestalt würde es besonders geeignet sein, die Wärmestrahlen der Sonne fast vollständig zu absorbiren und dadurch leicht so stark erhitzt werden, um sich in Dunst zu verwandeln." Das scheint indeß doch wenig wahrscheinlich, plausibler ist es in den Kometen einen Kohlenwasserstoff anzunehmen und in dieser Hinsicht hat man auf das Petroleum als einen Körper hingewiesen, der sehr leicht in den Kometen in großer Menge vorhanden sein dürfte. Wenn sich das wirklich so verhält, so sind die Kometen wieder daran ihre Stelle zu wechseln und aus harmlosen Wanderern durch die Himmelsräume zu furchtbaren und Verderben drohenden Geschöpfen zu werden. Denn, während man früher annahm, ein Zusammenstoß der Erde mit einem Kometen würde für uns gar keine üblen Folgen haben, würde sich die Sache ganz anders gestalten, wenn bei einem solchen Zusammenstoße der Komet uns mit Petroleumfluthen bedächte! Man erinnert sich hierbei unwillkürlich an jenen Eisenbahnunfall, wobei einige Waggons mit Petroleum zertrümmert wurde und der ganze Train verbrannte. Für die ganze Erde wäre so etwas keine schöne Aussicht, besonders da uns Niemand garantiren kann, ob nicht im nächsten Augenblicke ein solcher petroleum-schwangerer Komet auftaucht und sich in rasendem Fluge auf unsern Erdentrain stürzt. Uebrigens ist durch die neuesten Unter-

suchungen über die stoffliche Zusammensetzung der Kometen, die Annahme einer kohlenwasserstoffartigen Natur derselbe sehr problematisch geworden und es bedarf weiterer spectralanalytischer Untersuchungen um zuverlässige Resultate zu erlangen. Hoffen wir, daß uns die Spectralanalyse bald Gewißheit verschafft in der Frage nach der Natur der Kometen, und daß der Erdball auch fernerhin ungestört seine alte, weite Bahn durchfliege.

III.

Zu den überraschendsten und interessantesten Ergebnissen gehören die Resultate der Untersuchungen, welche man mittels des Spectroskops am Fixsternhimmel angestellt hat. Das Fernrohr allein vermochte hier nur wenig Aufschlüsse zu geben; es zeigt zwar eine größere Anzahl der Fixsterne als das bloße Auge, auch läßt es ihre Farben schärfer hervortreten, das ist aber auch alles. Denn in dem mächtigsten Teleskope erscheinen die Fixsterne noch ebenso als untheilbare Punkte wie sie sich dem unbewaffneten Auge darstellen, ihre Entfernung von uns ist so unermeßlich groß, daß jedes optische Mittel sie uns scheinbar näher zu bringen vergeblich ist. Bei dieser Lage der Dinge hat die Spectralanalyse uns über die physischen Zustände der Materie auf den Fixsternen Aufschlüsse verschafft, welche bisher vollkommen unmöglich schienen.

Der unermüdliche Huggins war der Erste, welcher sich mit Glück und Erfolg der Untersuchung der chemischen Zusammensetzung der Fixsternatmosphären widmete. Zwar

hatten schon vor ihm Fraunhofer und Donati die Spectra einiger der hellsten Fixsterne beschrieben, allein zu dem von Huggins angestrebten Zwecke bedurfte es neuer Hilfsmittel von sehr großer Vollkommenheit. Nach vielen vergeblichen Versuchen gelang es ihm endlich in Gemeinschaft mit Professor Miller ein Instrument herzustellen, welches geeignet war, feine, nahe bei einander liegende Spectrallinien scharf aufzulösen, außerdem mit einer sehr empfindlichen Meßvorrichtung versehen war, um die Lagen der Linien auf das Genaueste festzustellen und mit dem man auch die Spectra irdischer Elemente zugleich mit den Sternspectren direct vergleichen konnte, um über die Coincidenz oder Nichtcoincidenz von Linien sicher entscheiden zu können.

Mit diesem ausgezeichneten Apparate beobachteten nun Huggins und Miller in den Spectren der Fixsterne außer den schon bekannten noch eine große Anzahl von anderen feinen Linien, welche bei den helleren Sternen so zahlreich erscheinen als im Sonnenspectrum. Kein Stern, der eine genügende Helligkeit besitzt, gab ein Spectrum ohne Linien, und ferner fanden die beiden Beobachter, daß sich ein Stern von einem andern nur durch die Gruppirung und Vertheilung der Linien in seinem Spectrum unterscheide.

Die bei einzelnen Sternen erhaltenen Resultate waren sehr interessant. Bei dem stark rothen Sterne Aldebaran (α Tauri) wurden etwa 70 einzelne Linien gemessen, im Spectrum von Beteigeuze (α Orionis) ungefähr 80.

Das Spectrum des Aldebaran ergab die Anwesenheit von folgenden neun Elementen auf diesem Sterne:

1. Natrium, mit der Doppellinie D.
2. Magnesium mit 3 Linien bei b.
3. Wasserstoff mit den zwei Linien C und F.
4. Calcium mit 4 Linien.
5. Eisen mit 4 deutlichen und zahlreichen, sehr feinen Linien.
6. Wismuth mit 4 Linien.
7. Tellur mit 4 Linien.
8. Antimon mit 3 Linien.
9. Quecksilber mit 4 Linien.

Keine Linien wurden im Spectrum des Aldebaran gefunden, welche mit denjenigen des Stickstoff, Kobalt, Zinn, Blei, Cadmium, Lithium und Barium zusammenfallen.

Das Spectrum des Sterns Beteigeuze (α Orionis) ist sehr merkwürdig und complicirt. Huggins und Miller erkannten in ihm folgende Elemente:

1. Natrium mit 2 Linien.
2. Magnesium mit den 3 Linien b.
3. Eisen mit 4 Linien.
5. Wismuth mit 4 Linien.

Nicht in der Atmosphäre dieses Sternes vorhanden, sind: Wasserstoff, Stickstoff, Zinn, Blei, Gold, Cadmium, Silber, Quecksilber, Barium und Lithium.

Eine merkwürdige Verschiedenheit der Spectra fanden Huggins und Miller bei den zwei Sternen, welche den Doppelstern β im Schwane bilden. Im Spectrum von

A zeigen sich einige starke Absorptionslinien ziemlich gleichmäßig vertheilt. Unter ihnen konnte eine als mit der Natriumlinie (D), eine andere als mit der Magnesiumlinie (b) zusammenfallend constatirt werden. Die geringste Anzahl stärkerer Linien fand sich im Gelb und Orange, zahlreichere dagegen im Blau und Violett, so wie einige im Roth. Das Spectrum von B erschien im orangen und gelben Theile außerordentlich schwach. Die verminderte Helligkeit im Gelb wird hervorgebracht durch einige Gruppen sehr dicht gelagerter Absorptionslinien, während in dem stärker brechbaren Theile des Spectrums nur wenige starke Linien in großer Entfernung von einander gesehen wurden.

Die zahlreichsten Beobachtungen über die Fixsternspectra hat Secchi in Rom angestellt; er hat zuerst ergründet, daß in dieser Beziehung die sämmtlichen, am nächtlichen Himmelsgewölbe auftauchenden Sterne sich in vier verschiedene Klassen unterscheiden lassen. Schon 1863, als die Anzahl der untersuchten Sterne noch gering war, hatte Secchi dieselben nach der Verschiedenheit ihres ausgestrahlten Lichtes und also auch ihres Spectrums, in zwei Klassen getheilt, in die weißen und gefärbten; später, 1866, erkannte er, daß ein dritter Typus unterschieden werden müsse und diesem schloß sich, seit 1866 ein vierter Typus, aus einigen wenigen Sternen bestehend an.

Wir wollen nun die einzelnen Fixsterntypen etwas näher ansehen.

Der erste Typus wird gebildet von weißen und blauen Sternen mit einem Spectrum ohne intensive Absorptionsbanden. Von mehr als 500 Sternen, welche Secchi spectroskopisch untersuchte, gehört die Hälfte diesem Typus an. Das Spectrum zeigt meist vier charakteristische, dunkle Linien. Aus dem Verhalten der Spectra der Sterne dieses Typus hat man den Schluß gezogen, daß nicht nur Wasserstoff das Hauptelement der absorbirenden Atmosphäre derselben ist, sondern daß diese auch unter einem starken Drucke steht und eine hohe Temperatur besitzt. Merkwürdiger Weise sind große Räume an der scheinbaren Himmelsdecke fast ausschließlich von Sternen des ersten Typus besetzt. Das kann durchaus nicht dem Zufalle zugeschrieben werden, sondern deutet auf eine Gesetzmäßigkeit im Reiche der Fixsternwelt, von der wir vorläufig nur so viel wissen, daß sie mit der Entstehungsgeschichte derselben in innigstem Zusammenhange steht.

Die Sterne des zweiten Typus gewinnen für uns ein besonderes Interesse, weil sie nahe Verwandte unserer eigenen Sonne sind, denn in der That gehört auch diese zum zweiten der Secchischen Fixsterntypen. Die Spectra des Arktur, der Capella, des Pollux u. s. w. zeigen dieselben Linien und an denselben Stellen, hauptsächlich im Roth und Blau, ganz wie die Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspectrums. Selbst das Detail der feineren, nur unter günstigen Verhältnissen bequem sichtbaren Linien zeigt im Allgemeinen eine überraschend große Uebereinstimmung mit den feinen Linien unseres

Sonnenspectrums. Das beweist eine beträchtliche Uebereinstimmung in dem physischen Baue der Sterne dieses Typus und wir können uns mit Recht denken, daß auf dem Arktur oder der Capella, jenen glänzenden Punkten an unserem Nachthimmel, eben solche glühenden Wasserstoffgarben emporschießen wie auf unserer Sonne und daß uns jene Sterne, wären wir ihnen nahe genug, dasselbe Schauspiel darbieten, wie uns der Fixstern, zu dessen System wir gehören, in der That zeigt. Eine merkwürdige Anomalie unter den Sternen dieses Typus bildet der Stern γ in der Cassiopeja. Sein Spectrum zeigt statt einer dunklen Absorptionslinie bei F einen hellen Streifen. Es wird also auf diesem Sterne vom Wasserstoff direct Licht ausgestrahlt, ohne daß dasselbe eine Absorption erlitte. Woher dies kommt oder vielmehr welches der specielle physikalische Zustand auf jenem Sterne sei, der dies bedingt, ist gegenwärtig noch nicht mit Sicherheit zu sagen. Man weiß, daß das Absorptionsverhalten des Wasserstoffs bei verschiedenen Temperaturen und verschiedenem Drucke verschieden ist. Wenn nun festgestellt ist, daß der Wasserstoff bei niederer Temperatur ein ununterbrochenes Spectrum gibt, in welchem die Linie F glänzend auftritt, so würde hiermit ein Anhaltspunkt für die Erklärung des obigen Ausnahmefalles gegeben sein.

Wir kommen zum dritten Typus, orangefarbene und röthliche Sterne enthaltend, mit einem aus breiten Zonen bestehenden Spectrum. Das Spectrum des Sterns α im Hercules kann als charakteristisch für diesen Typus

bezeichnet werden. Das Spectrum von α Herkules hat einigermaßen Aehnlichkeit mit einer Reihe von seitwärts beleuchteten Säulen. Alle diese Säulen lassen sich in der Regel bei den Sternen dieses Typus in schmälere und feinere Linien auflösen. Nach dem ganzen Aussehen der hierhin gehörigen Spectra kann nicht bezweifelt werden, daß sie eigentlich aus zweien bestehen, die übereinander gelagert sind. Das eine besteht aus den Metalllinien, welche dem zweiten Typus eigen sind und die nur dicker und verbreiteter werden durch eine mächtigere Schicht von Dämpfen, durch welche die Strahlen hindurch gezogen sind, fast wie in den Flecken unserer Sonne. Das andere erscheint als ein Spectrum mit breiten Streifen, sechs bis sieben hauptsächlich, deren Typus jener von α Hercules ist. Es ist in verschiedenen Sternen verschieden stark. Wahrscheinlich kommt in den Atmosphären dieser Sterne Wasserdampf in beträchtlichen Mengen vor, wenigstens gilt dies mit einem hohen Grade von Sicherheit von einigen dieser Sterne.

Der vierte Typus charakterisirt durch Spectra mit drei leuchtenden Banden, hat am Himmel, wenigstens innerhalb unsers Gesichtskreises, die wenigstens Vertreter. Erst nachdem Secchi schon Jahre hindurch den Himmel durchforscht hatte, wurde er auf eine kleine Anzahl von Sternen aufmerksam, die er gegenwärtig in diesem Typus untergebracht hat. Die größte Lichtstärke liegt gegen violett hin, aber hier hört das Licht plötzlich auf, während auf der rothen Seite die Helligkeit allmählich abnimmt. Hierin zeigt sich der Hauptunterschied

vom dritten Typus, denn bei den Spectren desselben ist das Lichtmaximum auf der rothen Seite und die Säulen verlaufen mehr gleichmäßig in einem gleichen Raume. Daraus erhellt auch, daß die beiden Spectren durch ganz verschiedene Substanzen hervorgebracht werden.

Eine merkwürdige Thatsache, welche Secchi sehr überraschte, ist die, daß das Spectrum gewisser Sterne des vierten Typus mit dem Spectrum des Benzindampfes sehr nahe übereinstimmt. Auch der Petroleumdampf zeigt ein ähnliches Spectrum. Bei stärkerer Spannung des Benzindampfes zeigen sich aber Verschiedenheiten im Spectrum von dem der genannten Sterne. Wir finden also auf gewissen Sternen sehr unerwartete chemische Verbindungen, an die man sicherlich nicht dachte. Vielleicht gehört auch die bei vielen Sternen in Grün auftretende schwarze Linie nahe bei b, nicht dem Magnesium an, sondern wahrscheinlich irgend einem Kohlenwasserstoffe. Das erinnert an die merkwürdige Kometenspectra welche uns Huggins beschrieben hat.

Bei Stern im großen Bären fand Secchi, daß die helleren Linien in der Mitte, die bei einer kleineren Dispersion als helle Streifen erscheinen, wirkliche Bänder sind. „Ich habe," sagte er, „schon früher auf die Aehnlichkeit dieses Spectrums mit demjenigen des elektrischen Funkens im Benzindampfe aufmerksam gemacht. Es wäre ohne Zweifel voreilig, Schlüsse aus dieser noch unvollendeten Thatsache zu ziehen, aber ich glaube nicht zu weit über die Ergebnisse der

Beobachtung hinaus zu gehen, wenn ich sage, daß nicht nur die Atmosphären dieser Sterne des dritten und besonders des vierten Typus eine von derjenigen unserer Sonne verschiedene Zusammensetzung haben, sondern auch, daß sie eine hinreichende niedere Temperatur zu besitzen scheinen, um die Spectra, welche den Gasen bei niederen Temperaturen eigen sind und die man Spectra erster Ordnung nennt, zu geben."

Die Spectra der sogenannten veränderlichen Sterne oder derjenigen Fixsterne, welche in gewissen Zeiten die Helligkeit ihres Lichtes verändern, sind bis jetzt noch wenig untersucht worden. So viel scheint jedoch aus den Wahrnehmungen von Secchi mit Sicherheit hervorzugehen, daß die meisten jener Sterne eine Verminderung der Schärfe und Dunkelheit ihrer Absorptionslinien zeigen, wenn sie an Helligkeit zunehmen.

Den merkwürdigsten Fall der bis jetzt unter allen Sternen sich der Untersuchung durch die Lichtanalyse darbot, war das Aufflammen eines vordem schwachen Sternchens in der nördlichen Krone bis zum Glanze eines Sterns zweiter Größe. Es ist der neue Stern vom 16. Mai 1866 gemeint. Huggins und Miller haben sein Spectrum aufmerksam untersucht; es war verschieden von allen, welche sie bis dahin gesehen hatten. Es zeigten sich nämlich zwei übereinander gelagerte Spectra, so daß also das Licht sich als von zwei verschiedenen Quellen ausgehend erwies. Die eine war ein glühender fester oder flüssiger Körper, dessen ausgestrahltes Licht von einer kühlern Atmosphäre absorbirt wurde. Sein

Spectrum hatte in dieser Beziehung Aehnlichkeit mit dem unserer Sonne. Im Roth und etwas stärker brechbar als Fraunhofer's Linie C waren zwei starke dunkle Linien; D trat nur wenig stark auf. Auch bis zu b waren zahlreiche aber feine Absorptionslinien. Kurz hinter b kam eine Reihe dichter Gruppen von starken Linien, die sich in kleinen Zwischenräumen folgten, so weit das Spectrum beobachtet werden konnte. Außerdem aber fand sich darüber gelagert ein Gasspectrum von wenigen glänzenden Linien. Eine derselben, die heller war als der eben so brechbare Theil des ununterbrochenen Spectrums coincidirte mit F Fraunhofer's; daran lagen gegen G zu zwei Linien, von denen die erste etwas weniger glänzte als F, aber scharf begrenzt war, die zweite schien entweder eine Doppellinie oder an den Rändern etwas verwaschen. Nahe bei G trat dann noch eine vierte sehr feine helle Linie auf und auch im äußersten Roth bei C konnte eine schwache helle Linie bemerkt werden. Der Stern nahm rasch an Helligkeit ab. Das Spectrum veränderte sich aber wenig; nur wurde es immer schwächer. Die Linie C im Roth verminderte sich im Verhältnisse zu den grünen und blauen Linien weniger; im Allgemeinen steigerte sich besonders die Stärke der Absorptionslinien, weniger die Abnahme der hellen Gaslinien. In der ersten Zeit als der Stern sehr hell war, sah man rings um ihn einen schwachen Nebel, der später nicht mehr zu erkennen war. Dieser Nebel kann aber offenbar nicht die Ursache der hellen Linien sein, weil diese dazu zu glänzend waren und auch nicht über das continuirliche Spectrum

hinausragten. Die Gasmasse, welche diese Linien erzeugte, muß eine höhere Temperatur als die Photosphäre des Sterns selbst gehabt haben, sonst ließe sich nicht die überwiegende Helligkeit der Gaslinien gegenüber den gleich brechbaren Lichttheilen der Photosphäre erklären.

Zwei der hellen Linien (C und F) deuten sehr bestimmt auf Wasserstoff, doch müssen die Umstände, unter welchen dieser auf dem Sterne das Licht ausstrahlte, andere sein, als sie bis jetzt auf der Erde beobachtet wurden; denn bekanntlich ist die grüne Wasserstofflinie immer schwächer und ausgedehnter als die glänzende rothe Linie, welche das Spectrum dieses Gases charakterisirt. Aus der merkwürdigen Beschaffenheit des Spectrums und des Erscheinens des Sterns schloß Huggins, daß sich auf diesem letztern plötzlich eine große Menge Wasserstoff entwickelt habe, der durch die Verbindung mit einem andern Elemente verbrannte und so das Licht hervorbrachte, welches durch dieselben Linien dargestellt wird. Das brennende Gas versetzte die feste Masse des Sterns in lebhaftes Glühen, und deren Licht erzeugte dann ein continuirliches Spectrum, in welchem durch Absorption in der eigenen Atmosphäre eine Reihe von Linien ausgelöscht wurde. Mit Erschöpfung des Wasserstoffvorrathes verminderten sich rasch alle Erscheinungen und der Stern nahm in demselben Verhältnisse an Lichtintensität ab.

Diese Erklärung von Huggins ist freilich ganz und gar falsch und zwar deshalb, weil Huggins dabei übersehen hat, daß der Stern in der Krone vor seinem Aufflammen keineswegs eine feste Masse war, sondern

sich stets in einem Zustande befand, der derjenigen unserer Sonne ähnlich ist. Es kann sich demnach aus ihm heraus kein Wasserstoff entwickelt haben, weil dieser Wasserstoff offenbar nicht erst damals ins Glühen gerathen sein würde, sondern auf dem durch und durch glühenden Fixstern auch stets geglüht haben würde. So bleibt nichts übrig als anzunehmen, daß jener Stern plötzlich auf irgend eine Weise von außen her mit enormen Quantitäten von Wasserstoff und anderen Stoffen versehen wurde. Zwei Wege sind hierzu möglich. Entweder trat der Stern auf seinem langen Laufe durch den Weltraum in einen großen Nebel von Wasserstoff oder aber ein anderer Weltkörper stürzte sich auf ihn. Das letztere ist das Wahrscheinlichste, denn es erklärt am ungezwungensten das plötzliche Aufleuchten und langsame Verlöschen des Sternes.

Die Nebelflecke des Himmels, welche so lange als vollkommene Räthsel dastanden, haben durch die Spectralanalyse jetzt auch ihre Deutung gefunden. Es war im August 1864 als Huggins den ersten Nebelfleck, jenen im Drachen, der prismatischen Lichtanalyse unterwarf. Mit Erstaunen sah er, daß sich das Spectrum dieses Nebels auf drei helle Linien reducirte, daß man es also hier mit einer glühenden Gasmasse zu thun habe. Auf einer kurzen Strecke zu beiden Seiten der Gruppe von drei Linien glaubte Huggins noch ein höchst schwaches Spectrum zu erkennen, in dem er dunkle Banden vermuthete. Dieses Spectrum würde herrühren von einer festen oder flüssigen leuchtenden Substanz, dem Kerne

des Nebels, dessen Licht also verschieden ist von demjenigen, welches die Hauptmasse des Nebellichtes ausmacht und die drei Linien hervorbringt.

Der merkwürdige Orionnebel ist ebenfalls von Huggins untersucht worden. Er fand im Spectrum des hellern Theiles auch wieder nur die gewöhnlichen drei Linien; auch die lichtschwächeren Partien, soweit sie spectrosskopisch untersucht werden konnten, zeigten das gleiche Verhalten. Man hat es also hier entschieden mit einer ungeheuren, glühenden Gasmasse zu thun. Anderseits wurden in den mächtigsten Fernrohren einzelne Theile des Orionnebels in sternartige Lichtpunkte aufgelöst. Diese Lichtpunkte können also keineswegs wirkliche Fixsterne sein, sondern sind vielmehr ungeheure Gasbälle die ersten Anfänge neuer Weltkörper, wie ich dies in meiner Schrift „Kosmologische Briefe" näher erläutert habe und worauf ich den sich hiefür interessirenden Leser verweise. Die drei Gaslinien, welche das eigentliche Nebelfleckspectrum charakterisiren sind von verschiedener Helligkeit. Die erste nach dem Roth zu ist sehr stark und breit, die zunächst folgende aber äußerst schwach, während die dritte etwa halb so stark als die erste ist. Von der hellsten Linie wissen wir mit Sicherheit, daß sie mit der hellsten Stickstofflinie coincidirt die anderen Stickstofflinien fehlen dagegen im Nebelfleckspectrum. — Die äußerste Linie dieses letztern, fällt mit einer Wasserstofflinie zusammen. Es fragt sich nun, warum wir in einem Nebelfleckspectrum nur eine Wasserstofflinie wahrnehmen und ebenso nur eine Stickstofflinie, statt der ganzen Spectra beider. Diese Frage

ist gegenwärtig noch gar nicht zu beantworten. Vielleicht sind die anderen Linien zu lichtschwach, um von der Erde aus mit den heutigen Hilfsmitteln erkannt zu werden. Vielleicht finden auch auf den Nebelflecken besondere Verhältnisse statt, durch welche das normale Spectrum modificirt wird.

Nicht alle Nebel zeigen ein Spectrum von hellen Linien, einzelne geben vielmehr ein continuirliches Spectrum und dasselbe findet auch für die Sternhaufen statt. Es ist klar, daß die Nebel der letztern Art eigentlich blos sehr entfernte Sternhaufen sind, die sich allein wegen ihrer Entfernung als verwachsene Nebel darstellen.

Eine der interessantesten Anwendungen des Spectroskops bei der Untersuchung der Fixsterne ist die zur Erkennung desjenigen Theiles ihrer Eigenbewegung, welche in der Richtung zur Erde hin stattfindet. Die Theorie zeigt, daß, wenn sich ein Stern von der Erde entfernt, seine Spectrallinien sich um einen gewissen Betrag gegen den rothen Theil des Spectrums verschieben müssen, umgekehrt dagegen gegen das violette Ende sind, wenn er sich der Erde nähert. Es fragt sich nur ob die Bewegungen der Fixsterne beträchtlich genug sind, um Verschiebungen der Spectrallinien von solcher Größe hervorzurufen, daß dieselben bei unseren Beobachtungen bemerkbar werden. Secchi konnte eine solche Verschiebung nicht mit Sicherheit erkennen; allein Huggins gelangte nach einer Reihe von vergeblichen Versuchen beim Sirius zu dem Resultate, daß dieser Stern sich in jeder Secunde

um 47·3 Kilometer oder 6 $^2/_5$ geogr. Meilen von unserm Sonnensysteme entfernt. Dieses Resultat ist später von Vogel auf der Sternwarte Bothkamp bei Kiel einer genauen Untersuchung durch neue Beobachtungen unterworfen worden und hat sich vollständig bestätigt. Die Verschiebung im Siriusspectrum konnte stets deutlich wahrgenommen werden und es ergab sich daraus für die Geschwindigkeit, mit welcher dieser Stern sich von der Erde entfernt, ein Weg von 10 Meilen pro Secunde. Auch beim Procyon fand sich ein ähnliches Resultat, derselbe entfernt sich in jeder Secnnde 13.8 Meilen von unserer Erde. Die neuesten Untersuchungen, welche Huggins über die Eigenbewegungen der Fixsterne angestellt, betreffen einige helle Sterne im großen Bären. Es ergab sich, daß diese insgesammt sich um etwa 7 $^1/_2$ Meilen in jeder Secunde von der Erde entfernen. Diese Messungen sind äußerst schwierig, aber sie werden sicherlich mit der Zeit und der Vervollkommnung der Apparate zu wichtigen Resultaten führen.

Kehren wir aus den entfernten Regionen des Weltraums zum Schlusse wieder auf unsere Erde zurück, so sehen wir hier die Spectralanalyse mit Erfolg beschäftigt, eine Erscheinung zu untersuchen, welche trotzdem sie nicht eben selten ist, doch noch sehr räthselhaft erscheint. Wir meinen das Nordlicht. Angström hat 1867 zuerst gefunden, daß das Spectrum desselben sich auf eine helle Linie reducirt, welche links von der Liniengruppe des Calciums liegt; außerdem fanden sich Spuren von

drei schwachen Streifen, die sich fast bis an Fraunhofer's F-Linie erstrecken. Bei späteren Nordlichterscheinungen haben andere Beobachter noch mehrere helle Linien wahrgenommen. Merkwürdig ist, daß die charakteristische Linie in der Nähe der Calciumlinien auf kein bekanntes irdisches Element deutet.

Der Mond,
seine Weltstellung und individuelle Natur.



I.

Unter allen Weltkörpern ist der Mond derjenige, welcher unserer Erde dauernd am nächsten sich befindet und nach der Sonne den mächtigsten Einfluß auf sie ausübt. Seine in regelmäßiger Reihe aufeinander folgenden Phasen oder Lichtgestalten, wie nicht minder die grauen Flecke, welche schon das unbewaffnete Auge auf seiner Scheibe wahrnimmt, haben bereits in sehr früher Zeit die Aufmerksamkeit des Menschen erregt und zu Deutungen aller Art Veranlassung gegeben. Wir beschäftigen uns hier zunächst mit der Weltstellung des Mondes wie sie sich in seiner Bewegung um die Erde und mit dieser um die Sonne ausspricht.

Der Mond umkreist unsere Erde innerhalb einer Zeitperiode, welche den Namen Monat führt, wenigstens bezeichnete man ursprünglich mit diesem Namen die Zeitdauer, innerhalb welcher der Mond den ganzen Kreislauf seiner Phasen vollendet und die mit seiner wahren Umlaufsdauer sehr nahe zusammenfällt.

Die wahre Umlaufszeit des Mondes um die Erde beträgt 27·3216609 Tage, oder 27 Tage 7^h 43^m $11·5^s$. Man nennt diese Zeitdauer den siderischen Monat. Der tropische (periodische) Monat ist die Zeit, welche der Mond gebraucht, um wieder den Frühlingspunkt zu erreichen und ihre Dauer beträgt 27 Tage 7^h 43^m $4·7^s$. Die Zeit von einem Neumonde zum andern heißt synodischer Monat und umfaßt 29 Tage 12^h 44^m $2·9^s$. Außerdem unterscheidet man noch bisweilen den anomalistischen und den Drachen-Monat. Ersterer ist die Zeit, welche verfließt bis der Mond, wenn er in seiner Erdnähe steht, dieselbe wieder erreicht, und umfaßt 27 Tage 13^h 18^m 35^s; letzterer umschließt die Zeit zwischen zwei nacheinander folgenden Durchgängen des Mondes durch den aufsteigenden Knoten seiner Bahn, 27 Tage 5^h 5^m 49^s.

Daß der Mond sein Licht von der Sonne erhält, ist eine Thatsache, welche heute Jedem bekannt ist, ebenso bedarf es hier keiner weitern Demonstration, in welcher Weise die Mondphasen zu Stande kommen. Dagegen will ich, der Vollständigkeit halber, daran erinnern, daß Neu- und Vollmond: Syzygien, erstes und letztes Viertel: Quadraturen, und die Phasen mitten zwischen den Syzygien und Quadraturen: Octanten genannt werden.

Die scheinbare Bewegung des Mondes von West nach Ost am Himmelsgewölbe bildet einen größten Kreis, welcher die Ekliptik in zwei Punkten, den Knoten, schneidet. Die wahre Bahn des Mondes mit Bezug auf

die Erde ist dagegen eine Ellipse, deren halbe große Axe 51800 geogr. Meilen beträgt. Die Excentricität der Mondbahn beträgt 0·05490807 der halben großen Axe; doch ist dies nur ein mittlerer Werth, denn unter Einwirkung der Sonnenanziehung unterliegt die Excentricität der Mondbahn periodischen Veränderungen, die mehr als $1/5$ des mittlern Werthes betragen.

Die Ebene der Mondbahn ist gegen die Ebene der Ekliptik unter einem Winkel von 5° 8′ 40″ geneigt; auch dies ist nur der mittlere Werth, denn die Neigung schwankt zwischen 5° 0′ und 5° 18′ innerhalb einer Periode, die von der doppelten Differenz der Länge der Sonne und des aufsteigenden Knotens der Mondbahn abhängt. Die Ebene der Ekliptik, auf welche die Neigung der Mondbahn bezogen wird, ist selbst nicht unveränderlich, sondern erleidet im Laufe der Jahrtausende kleine Veränderungen ihrer Lage; die analytische Mechanik zeigt nun, daß ungeachtet dieser Schwankungen der Ekliptik die mittlere Neigung der Mondbahn gegen dieselbe unveränderlich ist.

Die Durchschnittspunkte der Mondbahn mit der Ekliptik, oder die Knoten der Mondbahn, haben keine feste Lage, sondern bewegen sich rückläufig, so daß sie in $18^6/_{10}$ Jahren einmal den ganzen Himmel umwandern, jedoch ist die Bewegung innerhalb dieses Zeitraumes sehr ungleichmäßig. Wenn der aufsteigende Knoten der Mondbahn mit dem Frühlingspunkte, der niedersteigende also mit dem Herbstpunkte zusammenfällt, so ist der Winkel der Mondbahn mit dem Himmelsäquator offen-

bar gleich dem Winkel zwischen Ekliptik, und Aequator + der Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik, also $23^0\ 28' + 5^0\ 9' = 28^0\ 37'$. Nach $9\frac{1}{3}$ Jahren, wenn der niedersteigende Knoten der Mondbahn mit dem Frühlingspunkte zusammenfällt, so liegt die Mondbahn zwischen der Ekliptik und dem Himmelsäquator und sie macht mit letzterm einen Winkel von $23^0\ 28' - 5^0\ 9' = 18^0\ 19'$. Diese Verhältnisse verursachen, daß der Mond sich in den verschiedenen Jahren ungleich hoch im Meridiane über den Horizont erhebt. So blieb im Jahre 1864 der Vollmond im Winterhalbjahre etwa 5^0 tiefer als die Sonne im Sommerhalbjahre, während er im Winter 1873—74 ungefähr 4^0 höher stand als die Sonne in jenem Sommerhalbjahre. Von der Höhe des Mondes über dem Horizonte im Meridiane, hängt aber die Dauer des Mondscheines ab, so daß also die Bewegung der Knoten auf diese Dauer in den einzelnen Nächten der verschiedenen Jahre von wesentlichem Einflusse ist.

Die große Axe der Mondbahn hat ebenfalls keine feste Lage im Weltraume, vielmehr schreitet sie rechtläufig fort, so daß sie in 8 Jahren 310 Tagen 13^h 29^m den ganzen Himmel umwandert. Auch diese Bewegung ist nicht gleichförmig, die Apsidenlinie geht sogar zu gewissen Zeiten wirklich rückwärts, im Ganzen überwiegt aber die rechtläufige Bewegung.

Der Aequator des Mondes macht mit der Ebene der Ekliptik einen Winkel, der nach Wichmann's Bestimmungen $1^0\ 32'\ 9''$ beträgt; er ist unveränderlich

und die Durchschnittslinie des Mondäquators und der Ekliptik fällt immer mit der mittleren Knotenlinie des Mondes zusammen.

Die raschen Veränderungen der Bahnelemente des Mondes, sind fast ausschließlich eine Folge der störenden Einwirkung der Sonne; von den Planeten üben nur der mächtige Jupiter und die nahe Venus einen (sehr geringen) Einfluß auf die Mondbewegung aus. Betrachten wir zunächst den Einfluß der Sonne auf das Rückwärtsgehen der Knoten. Die Sonne wirkt aus der Ebene der Ekliptik anziehend auf den Mond und sucht ihn in diese Ebene herabzuziehen, sie beschleunigt also den Moment, in welchem derselbe den Durchschnittspunkt seiner Bahn mit der Ebene der Ekliptik passirt; der Mond erreicht diesen Punkt früher und unter einem stumpfern Winkel als solches ohne dies geschehen wäre, d. h. der Mond gelangt früher in seinen Knoten und die Bahnneigung nimmt zu. Hat er den Knoten passirt und ist er auf die entgegengesetzte Seite der Ekliptik gekommen, so strebt die Wirkung der Sonne dahin, ihn wieder dieser Ebene zu nähern, die Neigung der Bahn nimmt daher ab, die retrograde Bewegung der Knotenlinie aber bleibt bestehen. Wenn die Knotenlinie der Mondbahn mit der Linie der Syzygien zusammenfällt, so fällt die störende Einwirkung der Sonne auf die Knoten hinweg, da sich jene jetzt in der Ebene der Mondbahn befindet. Fällt dagegen die Knotenlinie zusammen mit der Linie der Quadraturen, so schreitet sie schnell zurück, aber die Neigung der Bahn bleibt im Ganzen unverändert. Erreicht der Mond,

Der Mond,
seine Weltstellung und individuelle Natur.



I.

Unter allen Weltkörpern ist der Mond derjenige, welcher unserer Erde dauernd am nächsten sich befindet und nach der Sonne den mächtigsten Einfluß auf sie ausübt. Seine in regelmäßiger Reihe aufeinander folgenden Phasen oder Lichtgestalten, wie nicht minder die grauen Flecke, welche schon das unbewaffnete Auge auf seiner Scheibe wahrnimmt, haben bereits in sehr früher Zeit die Aufmerksamkeit des Menschen erregt und zu Deutungen aller Art Veranlassung gegeben. Wir beschäftigen uns hier zunächst mit der Weltstellung des Mondes wie sie sich in seiner Bewegung um die Erde und mit dieser um die Sonne ausspricht.

Der Mond umkreist unsere Erde innerhalb einer Zeitperiode, welche den Namen Monat führt, wenigstens bezeichnete man ursprünglich mit diesem Namen die Zeitdauer, innerhalb welcher der Mond den ganzen Kreislauf seiner Phasen vollendet und die mit seiner wahren Umlaufsdauer sehr nahe zusammenfällt.

übereinstimmend, daß die von Laplace vernachlässigten Glieder der oben genannten Reihe, den Endwerth für den Coëfficienten wesentlich ändern. Nach den genannten Astronomen ist der aus der Theorie folgende definitive Werth dieses Coëfficienten 6·11″. Mit diesem Werthe aber stimmen die Beobachtungen durchaus nicht überein und sonach kann auch die Abnahme der Erdbahnexentricität nicht die einzige Ursache der Zunahme der mittleren Mondbewegung sein; vielmehr muß noch ein anderer Factor existiren, der hier auch in merklichem Grade einwirkt. Auf Grund eingehender Untersuchungen kamen Delaunay und Adams zu dem Schlusse, daß nur eine Abnahme der Erdrotation als mitwirkende Ursache angenommen werden könne. Den Beobachtungen zufolge ist die Säcularacceleration der Mondbewegung 12·18″ und das Voreilen des Mondes in Folge dieses Umstandes beträgt für die letzten 2000 Jahre 1° 21′ 12″. Die Abnahme der Excentricität der Erdbahn hat an diesem Voreilen für denselben Zeitraum einen Antheil von 40′ 44″, sonach verbleiben also 40′ 28″ als scheinbares Voreilen des Mondes, bewirkt durch die Verlangsamung der Erdrotation. Daß überhaupt bei einer solchen Verlangsamung eine scheinbare Zunahme der mittleren täglichen Bewegung des Mondes erfolgen muß, ist leicht einzusehen. Nehmen wir beispielsweise an, der Mond durchlaufe an jedem Tage einen Bogen des Himmels von 13°, und es verlangsame sich plötzlich die Rotationsdauer der Erde um $\frac{1}{13}$, d. h. es würden Tag und Nacht plötzlich um $\frac{1}{13}$ länger, so würde sich dies in der mittleren Mond-

bewegung dadurch verrathen, daß der Mond täglich einen Weg am Himmel zurücklegte, der $1/_{13}$ größer als der frühere wäre, es schiene daher, als wenn die mittlere Mondbewegung sich um $1/_{13}$ beschleunigt hätte. Machen wir jetzt die Voraussetzung, daß gegenwärtig der Tag um 1 Secunde länger sei als vor 2000 Jahren; dann würde das Jahr um 365 $1/_4$ Secunden und das Jahrhundert um 36525 Secunden, also um 10^h 8^m 45^s länger sein wie damals. In diesem Zeitraume durchläuft der Mond aber am Himmel einen Bogen von 20053″, d. h. um diesen Betrag würde er vorgeeilt sein und der Factor der Acceleration mußte 514·2″ sein. Nun ist er aber blos 6·11″, d. h. um $1/_{84}$ kleiner, daher auf die Verlängerung der Erdrotation in den letzten 2000 Jahren nicht 1 Secunde, sondern nur $1/_{84}$ Secunde beträgt. Der Mond ist es nun selbst, welcher die Verlangsamung der Erdrotation bedingt und zwar durch die von ihm auf die flüssigen Theile der Erdoberfläche ausgeübte Anziehung. Durch diese Attraction des Mondes werden in der Gestalt der Meeresfluth täglich gegen 120 Kubikmeilen Wasser im Gewichte von etwa 70 Billionen Centnern über die Erde hinübergeführt und in Folge der Reibung dieser Wassermasse entsteht die Verlangsamung der Erdrotation. —

Die Bahn des Mondes mit Bezug auf die Erde oder den gemeinsamen Schwerpunkt beider Weltkörper, ist eine Ellipse. Wenn daher von außen keine störende Kraft auf den Mond einwirkte, so würde er sich in dieser Ellipse streng nach den Kepler'schen Gesetzen bewegen und

es wäre sehr leicht für jede beliebige Zeit seinen Ort in dieser Bahn zu berechnen. In Wirklichkeit ist aber die Bewegung des Mondes, in Folge der störenden Einwirkung der Sonne, eine außerordentlich verwickelte und es treten eine sehr große Menge von Ungleichheiten seiner Bahnbewegung auf, die alle streng berücksichtigt werden müssen, wenn es sich darum handelt, den Ort des Mondes für jede gegebene Zeit vorher zu berechnen. Aus diesem Grunde ist es auch erst in der neuesten Zeit gelungen, Mondtafeln von hinreichender Genauigkeit, aus denen man die Mondörter leicht ableiten kann, zu entwerfen. Hansen's Theorie der Mondbewegung und seine darauf basirenden Mondtafeln haben zuerst sämmtlichen Anforderungen der Jetztzeit Genüge geleistet, alle vorhergehenden Tafeln zeigten mitunter recht merkliche Abweichungen vom wahren Orte des Mondes. Wir wollen hier die hauptsächlichsten Ungleichheiten der Mondbewegung etwas näher betrachten. Unter ihnen gibt es eine, welche von Tycho Brahe mit dem Namen Evection bezeichnet wurde und welche den wahren Ort des Mondes bis zu 1° 15′ verändert. Es ist nämlich in Folge derselben die Länge des Mondes in den Syzygien um diesen Betrag größer als sie nach der reinen elliptischen (ungestörten) Bewegung sein sollte und nahe den Quadraturen um denselben Betrag geringer. Die eigentliche Ursache der Evection ist in der Bewegung der Apsidenlinie der Mondbahn zu suchen. Wenn diese letztere diejenige Lage hat, daß ihre Verlängerung auf die Sonne trifft, so ändert sich die Excentricität der Mondbahn durch den

Einfluß der Sonne nicht, wenn aber dann die Apsidenlinie in ihrer Bewegung fortschreitet, sie nimmt die Excentricität der Mondbahn in Folge der Einwirkung der Sonne nach und nach ab, bis die Apsidenlinie senkrecht auf der Richtung zur Sonne steht. In diesem Falle bleibt die Excentricität der Mondbahn wiederum unbeeinflußt von der Sonne, aber in dem Maße als die Bewegung der Apsiden weiter geht, beginnt die Störung der Sonne ihren Einfluß auf die Excentricität wiederum geltend zu machen und diese nimmt jetzt langsam zu, bis das andere Ende der Apsidenlinie wieder durch die Sonne geht. Die Wirkung dieser Excentricitätsveränderung äußert sich nun in einer Störung in des Mondes Länge, die eben nichts anderes als die Evection ist.

Eine zweite große Ungleichheit in der Mondbewegung ist die Variation, welche von Tycho Brahe um 1590 zuerst entdeckt wurde. Sie besitzt ihren größten Werth von 32′ in den Octanten und verschwindet in den Syzygien und Quadraturen. Die Ursache der Variation ist darin zu suchen, daß die Tangentialkraft des Mondes durchgängig in den Syzygien am größten und in den Quadraturen am kleinsten ist. Wenn der Mond von der Conjunction gegen das erste Viertel rückt, so vermindert sich, in Folge der Sonnenanziehung seine Winkelbewegung beträchtlich; sie nimmt aber wieder zu vom ersten Viertel bis zum Vollmonde. Vom Vollmonde bis zum letzten Viertel nimmt sie abermals ab und wächst hierauf wieder bis zum Neumonde. Der wahre Ort des Mondes muß demnach im ersten Quadranten seiner Bahn dem elliptischen

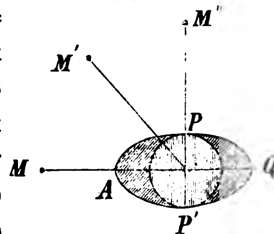
(ungestörten) voraus sein, ebenso im dritten, während er in den beiden übrigen Quadranten hinter demselben zurückbleibt.

Die sogenannte jährliche Gleichung des Mondes ist die dritte der großen Ungleichheiten seiner rein elliptischen Bewegung, doch erreicht sie im Maximum nur etwa 11′ und ist also weit kleiner als die Variation. Ihre Ursache ist die nicht genau kreisförmige Bahn der Erde. Weil unser Planet sich nämlich in einer elliptischen Bahn um die Sonne bewegt, so muß die störende Kraft der Sonne sich fortwährend vermindern, während die Erde vom Perihelium zum Aphelium geht, sie wird aber wieder zunehmen, wenn unser Planet sein Aphelium erreicht und wiederum seiner Sonnennähe zustrebt. Die Erde wird auf ihrer Bahn stets vom Monde begleitet umkreist; der störende Einfluß der Sonne auf die Mondbewegung muß daher seinen größten Werth erreichen, wenn die Erde im Perihele steht, seinen kleinsten wenn sie im Aphelium ist. Dieser störende Einfluß der Sonne äußert sich dem Monde gegenüber nun dadurch, daß, während die Erde dem Perihele zueilt, die Mondbahn eine stufenweise Erweiterung erfährt, der Mond also sich mehr und mehr von der Erde entfernt; bewegt sich dagegen die Erde vom Perihel zum Aphel, so nimmt die störende Kraft der Sonne ab und die Mondbahn verkleinert sich wieder. Diese Vergrößerung und Verringerung des mittlern Mondabstandes von der Erde in Folge der störenden Einwirkung der Sonne, würde sich durch directe Messungen nur schwer oder gar nicht nachweisen lassen, aber die

Aenderung der Bahndimensionen zieht gleichzeitig eine Aenderung der Umlaufszeit nach sich und diese ist es, die sich in den Beobachtungen mit Leichtigkeit zu erkennen gibt. In der That beträgt die synodische Umlaufszeit des Mondes im Januar, wenn die Erde sich in ihrer Sonnennähe befindet, 29 3/4 Tage, ein halbes Jahr später indeß, wenn die Erde das Aphelium erreicht hat, nur 29 1/4 Tage. Der Mond braucht daher in der ersten Epoche mehr Zeit um einen ganzen Umlauf zu vollbringen, seine mittlere Bewegung ist also langsamer als in der zweiten Periode und man begreift, wie in Folge dessen überhaupt die Länge des Mondes in der ersten Hälfte des Jahres vermindert, in der zweiten dagegen um ebenso viel vermehrt wird. Die Dauer der Periode ist ein Jahr und daher der Namen.

Unter den kleineren Störungen des Mondes ist eine von langer Periode, welche durch die Abplattung der Erde hervorgerufen wird. Um die Art und Weise wie diese Störung zu Stande kommt besser zu verstehen, möge in nebenstehender Figur (1) P P′ die Polaraxe, A Q die Aequatorialaxe der Erde und M der, in der Ebene des Erdäquators stehende Mond sein. Denkt man sich mit dem Polarhalbmesser der Erde einen Kreis beschrieben und diesen um seine Axe gedreht, so entsteht eine Kugel, die am Pole mit der Erdoberfläche zusammenfällt, gegen den Aequator hin aber mehr und

Fig. 1.



mehr unter dieselbe tritt, so daß hier noch eine wulstartige Schale übrig bleibt. Diese Schale nun ist es, welche die in Rede stehende Störung erzeugt. Denn die höhere Mathematik beweist, daß bei einer vollkommenen Kugel ihre Anziehung so wirkt, wie wenn die ganze Masse in ihrem Mittelpunkte vereinigt wäre; bei einem Sphäroid ist dies aber nicht mehr der Fall, seine Anziehung auf einen in der Ebene des Aequators stehenden Körper ist stärker als wenn die gesammte Masse im Mittelpunkte vereinigt wäre. Das Umgekehrte findet für ein Sphäroid bei der Anziehung in der Richtung eines seiner Pole statt, sie ist hier schwächer als wenn die gesammte Masse im Mittelpunkte vereinigt wäre. Von M über M′ nach M″ nimmt demnach die Anziehung bei gleichem Abstande des Mondes vom Erdmittelpunkte fortwährend ab. Nun bewegt sich der Mond freilich weder in der Ebene des Aequators noch in der hierauf senkrecht stehenden, aber die Neigung seiner Bahn gegen den Erdäquator schwankt innerhalb einer Periode von $18\frac{6}{10}$ Jahren zwischen 18^0 und 29^0, so daß wenigstens ein Theil der Wirkung, welche die Abplattung oder die wulstartige Auftreibung der Erde am Aequator hervorruft, zur Geltung kommt. Während einer Periode von $9\frac{3}{10}$ Jahren, wenn die Neigung der Mondbahn gegen den Erdäquator zunimmt, vermindert sich demnach die Anziehung der Erde auf den Mond stufenweise und nimmt nach Ablauf dieser Zeit in den nächsten $9\frac{3}{10}$ Jahren ebenfalls langsam wieder zu. In der ersten Periode

muß, weil die Erdanziehung abnimmt, die Mondbahn sich etwas erweitern, in der zweiten verengt sie sich wieder. Diese Veränderungen sind klein, aber sie beeinflussen in deutlich merkbarem Grade den Ort des Mondes. Man hat aus den Beobachtungen gefunden, daß diese Störung des Mondes in Länge 7″ beträgt. Man kann diese Störung der Länge des Mondes berechnen, wenn die Größe der Erdabplattung bekannt ist, umgekehrt läßt sich aber auch die Abplattung der Erde finden, wenn man den Coëfficienten dieser Mondstörung kennt. Auf letzterm Wege findet man für die Abplattung unsers Planeten nahe $1/_{300}$, was mit den directen Messungen (Gradmessungen) vortrefflich übereinstimmt. Die Abplattung der Erde beeinflußt auch die Bewegung der Apsidenlinie der Mondbahn, jedoch ist das hierdurch bewirkte Voranschreiten derselben kaum wahrnehmbar neben der weit größern Wirkung, welche die Sonne erzeugt.

Eine andere Störung in des Mondes Länge hat zum Coëfficenten einen Ausdruck, der von der Größe der Sonnenentfernung abhängt. Dieser Coëfficent ist auch aus den Beobachtungen bestimmt worden und Hansen fand daraus rückwärts die Entfernung der Sonne von der Erde zu 19,875000 geographischen Meilen. Anderseits läßt sich auch aus gewissen Mondbeobachtungen die Größe der Erde und die Entfernung des Mondes berechnen, so daß, wie schon Laplace hervorhob, ein Astronom, ohne seine Sternwarte zu verlassen, durch bloße Vergleichungen der Beobachtungen

mit der Theorie, die Größe der Erde, ihre Abplattung, die Entfernung des Mondes und die Distanz der Sonne bestimmen könnte. Diese Größen und Verhältnisse zeichnet die Bewegung des Mondes in großen Zügen wieder, aber die vereinten Anstrengungen einer großen Zahl der scharfsinnigsten Denker waren erforderlich, diese geheimnißvollen Schriftzüge zu enträthseln.

II.

Der Mond wendet uns bei seiner Umlaufsbewegung stets dieselbe Seite zu; er dreht sich also während dieser Zeit einmal um seine Axe. Simplicius glaubte zwar, eben weil der Mond uns stets dieselbe Seite zuwendet, den entgegengesetzten Schluß ziehen zu müssen und behauptete, er drehe sich nicht um seine Axe; allein es ist nicht schwierig sich von der Unrichtigkeit dieser Behauptung zu überzeugen. Denken wir uns nämlich einen Beobachter außerhalb der Mondbahn, etwa auf der Sonne. Diesem würde der Mond zur Zeit des Neumondes die von uns abgewandte Seite zeigen; im Augenblicke des Vollmondes dagegen die uns zugekehrte Hälfte seiner Oberfläche. Folglich sieht ein Auge außerhalb der Mondbahn im Verlaufe jedes Mondumlaufes alle Seiten unsers Trabanten, und dieser dreht sich daher in der nämlichen Zeit einmal um seine Axe. Diese fortdauernde Uebereinstimmung der Rotationsdauer des Mondes mit seiner mittlern Umlaufsbewegung, die selbst, wie wir gesehen, in langen Zeitperioden etwas veränderlich ist, erklärt sich am

ungezwungensten unter Annahme einer gegen die Erde hin verlängerten (ellipsoidischen) Gestalt des Mondes. Diese Annahme ist schon an und für sich sehr wahrscheinlich in Rücksicht auf die Entstehung des Mondes und der Erde aus einem glühend flüssigen Balle, sie ist aber auch direct durch die Beobachtungen selbst nachweisbar. Hansen fand theoretisch die Größe dieser Anschwellung zu 0·034 des Mondhalbmessers; Gussew aus Messungen, welche er an Photographien von Warren de la Rue angestellt, dagegen 0·07, um welchen Betrag die uns zugekehrte Mondhälfte über die eigentliche Kugelfläche sich erhebt.

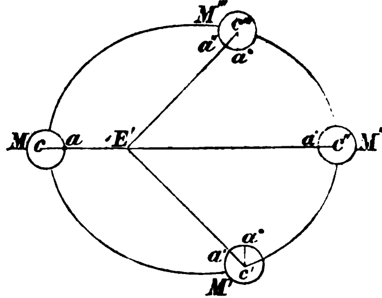
Wenn uns der Mond aber auch im Allgemeinen stets dieselbe Seite zuwendet, so bemerkt man doch von Zeit zu Zeit kleine Schwankungen, durch welche am Rande der Mondscheibe gewisse Regionen sichtbar werden, die im Allgemeinen der entgegengesetzten, abgewandten Mondseite angehören. Diese Schwankungen werden Librationen genannt und man unterscheidet specieller eine Libration in Länge, eine Libration in Breite und eine optische oder parallactische Libration.

Die Libration in Länge entsteht dadurch, daß die Umdrehung des Mondes um seine Axe gleichförmig von Statten geht, während die Bahnbewegung ungleichförmig ist.

Sei (Fig. 2) E′ die Erde und M der in seiner Erdnähe befindliche Mond, so ist a der Punkt, welcher von der Erde ausgesehen, sich auf der Mitte der Mondscheibe befindet. Der Mond durchläuft während

des vierten Theiles seiner Umlaufszeit, vom Perigäum, also der Erdnähe c aus, den Bogen cc′ seiner Bahn. Dieser Bogen ist größer als 90⁰, weil der Mond in der Erdnähe eine größere Geschwindigkeit als seine mittlere besitzt. Da aber die Umdrehung der Mondkugel um ihre Axe gleichförmig vor sich geht, so hat sich in derselben Zeit die Mondkugel nur um 90⁰ gedreht. Von der Erde aus erblickt man daher nicht mehr den Punkt a auf der Mitte der Mondscheibe, sondern den Punkt a′, so daß a nach Osten verschoben erscheint. Wenn der Mond nach M″ kommt, so hat er die Hälfte seines Umlaufes vollendet und der Punkt a steht jetzt wieder mitten auf der Mondscheibe. Nachdem wiederum ein Viertel der ganzen Umlaufszeit des Mondes verstrichen ist, befindet sich dieser in M‴. Der Bogen c″ c‴ ist nun aber kleiner als 90⁰, weil die Bewegung des Mondes in diesem Theile seiner Bahn geringer als seine mittlere ist. Die Drehung der Mondkugel um ihre Axe beträgt aber auch hier unveränderlich 90⁰, und man erblickt deshalb von der Erde aus jetzt den Punkt a″ auf der Mitte der Mondscheibe, während a nach Westen verschoben ist. Es ist klar, daß die Größe der Libration des Mondes in Länge direct gleich dem Unterschiede der

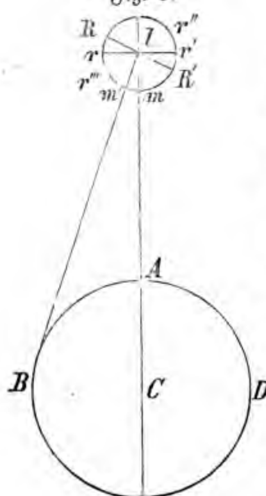
Fig. 2.



wahren und mittlern Länge des Mondes ist und durch diese Differenz für jede gegebene Zeit leicht bestimmt werden kann. Stände die Mondaxe senkrecht auf der Bahn des Mondes, so würde eine Libration in Breite nicht stattfinden, weil aber die Ebene des Mondäquators mit jener der Mondbahn einen Winkel von im Mittel 6° 40′ 49″ macht, so können die Mondpole nicht stets genau im Rande der Mondscheibe liegen und wir sehen bald etwas von der entgegengesetzten Seite der Mondkugel um den einen der Mondpole herum, bald wird an demselben Pole ein Theil der diesseitigen Halbkugel unseren Blicken entzogen.

Die Ursache der parallactischen Libration ist ebenfalls leicht nachzuweisen. Es sei (Fig. 3) C der Mittelpunkt der Erde, l jener des Mondes, so erblickt ein Beobachter in C und in A den Punkt m der Mondoberfläche auf der Mitte und die Punkte r und r′ im Rande der Scheibe. Für jeden andern Beobachter, etwa in B, nimmt ein anderer Punkt, z. B. m′, den Mittelpunkt der Mondscheibe ein und R R′ liegen im Rande. Die Größe des Winkels B l C der parallactischen Libration, hängt offenbar gleichzeitig von

Fig. 3.



der Größe von B C und von C l, d. h. von dem Halbmesser der Erde und von der Entfernung des Mondes ab.

In Folge der Libration kommt uns nach und nach ein ziemliches Stück der jenseitigen Mondhalbkugel zu Gesichte, so daß uns im Ganzen nur 0.4243 der Mondoberfläche stets entrückt bleiben.

Die Farbe des Mondlichtes ist gelblich-weiß, bei Tage erscheint der Mond dagegen rein weiß. Den Grund hievon findet Arago darin, daß sich bei Tage derjenige Theil der blauen Farbe des Himmelsgrundes, welcher sich auf der Mondscheibe projicirt, mit dem gelblichen Lichte des Mondes vermischt und beide in ihrer Vereinigung Weiß geben. Was die Helligkeit des Mondlichtes im Vergleiche zum Lichte der Sonne anbelangt, so hat man seit länger als 170 Jahren Versuche angestellt, dieses Verhältniß zu ermitteln, aber erst Zöllner gelang es 1865 mittels eines ausgezeichneten photometrischen Apparates — dem sogenannten Astrophotometer — die Frage entgiltig zu beantworten. Es ergab sich auf diese Weise, daß der Vollmond in seiner mittlern Entfernung $^1/_{618000}$ der Leuchtkraft der Sonne besitzt. Früher hatte Wollaston aus photometrischen Versuchen mittels Vergleichung der Schatten $^1/_{800000}$ gefunden. Die Leuchtkraft der einzelnen Mondphasen ist natürlich um so geringer, je schmaler die helle Mondsichel ist; man kann nun, wie Lambert gezeigt hat, auf dem Wege der Rechnung die Helligkeit der einzelnen Mondphasen im Verhältnisse zur Gesammthelligkeit des Vollmondlichtes bestimmen. Diese theoretisch gefundene Helligkeit stimmt jedoch mit

der wirklichen, wie die Beobachtungen von Zöllner ergeben, nicht überein. Als der Letztere indeß in die Lambert'sche Formel eine Constante einführte, welche theoretisch den mittlern Elevationswinkel der Mondberge ausdrückt — und die zu 52° bestimmt wurde, — ergab sich eine befriedigende Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung. Der Mond reflectirt bei weitem nicht alle auf ihn treffenden Lichtstrahlen der Sonne, seine lichtreflectirende Kraft ist sogar ziemlich gering. Nach den Untersuchungen von Zöllner beträgt sie 0.1736 und ist etwas größer als die des Thonmergels, d. h. wenn die ganze uns zugewandte Mondoberfläche aus Thonmergel bestände, so würde uns der Mond nahe ebenso hell erscheinen, wie es jetzt der Fall ist. Wäre dagegen der Mond mit einer frischen Schneelage bedeckt, so müßte er uns vier- bis fünfmal heller erscheinen als gegenwärtig.

Erregt das Mondlicht Wärme? Diese Frage ist lange verneint worden, denn weder Tschirnhausen mit seinen gewaltigen Brennspiegeln, noch Lahire mit noch kräftigeren Apparaten vermochten die geringste Einwirkung der concentrirten Mondstrahlen auf ein sehr empfindliches Luftthermoskop wahrzunehmen. Erst im Jahre 1846 fand Melloni in Neapel unter Anwendung einer großen sogenannten Zonenlinse und eines thermoelectrischen Apparates, der für die feinsten Temperaturdifferenzen empfindlich ist, daß dem Mondlichte in der That eine geringe Wärme zukommt. Diese Versuche sind später vielfach mit demselben Erfolge wiederholt worden. Smith schätzte auf der Guajaraspitze von

Teneriffa die Intensität der Mondwärme etwa zu 1/3 derjenigen einer Kerze in 15 Fuß Entfernung. Im Jahre 1869 fand Baille in Paris die Mondwärme gleich derjenigen, welche ein Würfel siedenden Wassers von 6 1/2 Centimenter Seite in 35 Meter Entfernung erregt.

Zur Zeit wenn die Mondsichel schmal ist, also wenige Tage vor und nach dem Neumonde, erblickt man bei heiterm Himmel, selbst am Tage kurz nach Sonnenuntergang, den nicht von der Sonne beschienenen Theil der Mondscheibe in eigenthümlichem, graugrünem Lichte schimmern. Man nennt diesen Schimmer das aschfarbene oder secundäre Mondlicht. Dasselbe ist natürlich schon in den ältesten Zeiten wahrgenommen worden; allein erst Leonardo da Vinci und Mästlin kamen auf die richtige Erklärung desselben, wonach es nichts anderes als der Widerschein des Erdenlichtes ist. Daß es sich hiermit in der That so verhält ist leicht zu zeigen. Denken wir uns es sei Neumond, so ist uns die Nachtseite des Mondes zugewandt, aber die Erde kehrt nun dieser Nachtseite ihre ganze, vollbeleuchtete Scheibe zu, welche die Mondscheibe 13 1/2 mal an Größe übertrifft und die Mondlandschaften mit einem eben so vielmal intensivern Licht erleuchtet, wie der Vollmond die Regionen unserer Erde bei Nacht. Beim Vollmonde ist die Sache umgekehrt, jetzt hat die dem Monde zugewandte Erdseite Nacht und die Mondscheibe liegt in voller Sonnenbeleuchtung. Wie in diesen beiden so auch in allen anderen Mondstellungen sind die Lichtgestalten der Erde für den Anblick vom Monde aus immer die umgekehrten der Mondphasen für

den Anblick von der Erde aus. Kurz vor und nach dem Neumonde, wo uns der Mond eine sehr schmale, erleuchtete Sichel zeigt, erblickt er selbst die Erde fast ganz erleuchtet, indem dieser nur eine verhältnißmäßig ebenso schmale Sichel an der vollständigen Scheibe fehlt. Dieses volle Erdenlicht erleuchtet nun die Nachtseite des Mondes hell genug, um den Widerschein uns wahrnehmbar zu machen. In dem Maße als die leuchtende Mondsichel an Breite zunimmt, muß für den Anblick vom Monde aus die helle Erdscheibe an Breite abnehmen, das Erdenlicht, welches die Nachtseite des Mondes trifft, wird daher immer schwächer, bis wir zuletzt seine Erhellung der dunklen Mondregionen gar nicht mehr wahrnehmen können. Dies findet gegen die Quadraturen hin statt, wenigstens kann man mit bloßem Auge das aschfarbene Mondlicht kaum noch zwei Tage vor dem Ersten oder ebenso lange nach dem Letzten Viertel wahrnehmen. In lichtstarken Fernrohren vermag man indeß den Widerschein des Erdenlichtes in der Nachtseite des Mondes selbst ein bis zwei Tage nach dem Ersten Viertel noch zu erkennen. Ich selbst habe die Erscheinung in einem kleinen Nachtfernrohre häufig einen Tag nach dem Ersten Viertel, einmal sogar 31 Stunden nach demselben wahrgenommen. Da das aschgraue Mondlicht nur reflectirtes Erdenlicht ist, so muß seine Intensität neben der Größe der Erdphase auch davon abhängen, welche Theile der Erde dem Monde ihr Licht zusenden und welche Heiterkeit der Atmosphäre im Durchschnitte auf dieser Erdhemisphäre herrscht. Schon Galilei war darauf auf-

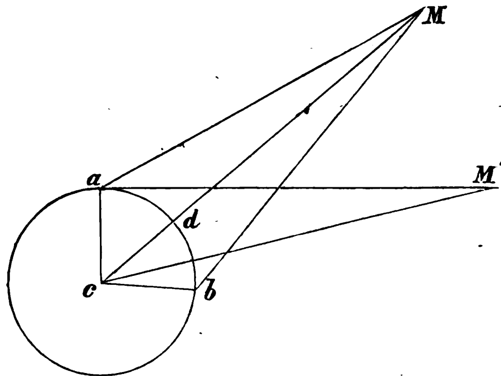
merksam geworden, daß das secundäre Mondlicht vor dem Neumonde heller sei als nach demselben. Dieselbe Bemerkung machte auch Schröter. Der Grund dieser Erscheinung liegt, wie schon Lambert hervorhob, darin, daß bei abnehmendem Monde, also bis zum Neumonde, unser Trabant das Licht erhält, welches von den großen Landmassen Asiens und Afrika's zurückgestrahlt wird, während bei zunehmendem Monde, also nach dem Neumonde, hauptsächlich oceanische Theile unserer Erde, das Atlantische und Stille Weltmeer, ihr Licht auf die Nachtseite des Mondes werfen. Dieses letztere ist aber weit weniger intensiv als jenes das von den Berglandschaften und den weiten, zum Theile wüsten Ebenen der beiden Continente Asien und Afrika reflectirt wird. Nach einer Beobachtung von Lambert, erschien das secundäre Mondlicht am 14. Februar 1774 von olivengrüner Färbung. Damals stand der Mond senkrecht über dem Atlantischen Oceane, die Sonne senkrecht über dem südlichen Theile von Peru; „sie verbeitete also," sagt Lambert, „ihren größten Glanz über Südamerika und wenn nirgends Wolken hinderlich waren, so mußte dieses große und meist von Wäldern bedeckte Festland dem Monde grünliche Strahlen in solcher Menge zusenden, um denjenigen Theil seiner Oberfläche, der nicht vom directen Sonnenlichte getroffen wurde, in dieser Farbe erscheinen zu lassen." Es ist ein außerordentlich interessanter Gedanken, daß der grüne Schein der unermeßlichen Urwälder Südamerika's sich in einem olivengrünen Tone des secundären Mondlichtes offenbart, aber diese Folgerung ist doch nicht richtig.

Schon **Arago** bezweifelte die Erklärung von **Lambert**, indem er auch zu anderen Zeiten eine grünliche Färbung des secundären Mondlichtes wahrnahm. Eine längere Beschäftigung mit dem Gegenstande zeigte mir, daß das secundäre Licht des Mondes recht uneigentlich als aschgrau bezeichnet wird, sondern daß es vielmehr graugrün ist, und die Farbe, welche **Lambert** für eine ausnahmsweise hielt, die gewöhnliche ist. Wahrscheinlich ist der bläuliche Hintergrund unserer Atmosphäre die Ursache der olivengrünen Beimischung, welche die Färbung des secundären Mondlichtes zeigt. —

Es wurde bereits oben die Entfernung des Mondes angegeben; ich will hier einiges über die Art und Weise wie sie zuerst mit genügender Schärfe von **Lalande** und **Lacaille** bestimmt wurde, mittheilen.

Es sei (Fig. 4) adb ein Durchschnitt der kugelförmigen Erde, c ihr Mittelpunkt, und in M befinde sich

Fig. 4.



der Mond. Von dem Beobachtungsorte a aus erblickt man denselben in der Richtung a M, von b aus in der Richtung b M, so daß beide Gesichtslinien sich in dem Punkte M schneiden. Denkt man sich einen Beobachter in c, also im Erdmittelpunkte, so würde dieser den Mond in der Richtung c d M erblicken, und dieser Ort, an welchen von c aus gesehen der Mond am Himmelsgewölbe erscheint, wird sein wahrer Ort genannt. Der Winkel aber, welchen die Gesichtslinie nach M von irgend einem Beobachtungsorte a mit der Gesichtslinie nach M vom Erdmittelpunkte c aus bildet, wird die Parallaxe des Mondes genannt. In unserer Figur ist also $\angle$ a M c diese Parallaxe. Befindet sich der Mond in M', also im Horizonte des Beobachtungsortes a, so erreicht seine Parallaxe a M' c ihren größten Werth und man nennt sie nun die Horizontalparallaxe im Gegensatze zu der Parallaxe a M c, welche Höhenparallaxe heißt. Ist die Höhenparallaxe bekannt, so kann man auf dem Wege der Rechnung die Horizontalparallaxe daraus berechnen und umgekehrt. Die letztere aber ist nichts anderes als der Winkel, unter welchem einem Auge im Mittelpunkte des Mondes der Halbmesser der Erde erscheint. Kennt man aber die Horizontalparallaxe und den Halbmesser der Erde, so sind in dem rechtwinkeligen Dreiecke a c M', die Winkel a M' c und c a M' (letzterer als Rechter), sowie die Seite a c bekannt. Man kann deshalb die Größe der Seite c M' oder die Entfernung des Mondes von der Erde berechnen. Bei den Beobachtungen, welche Lalande und Lacaille im Jahre 1751 an-

stellten, beobachtete der erstere den Winkelbestand des südlichen Mondrandes vom Scheitelpunkte zu Berlin im Augenblicke des Meridiandurchganges des Mondes, der zweite stellte die gleiche Beobachtung am Cap der guten Hoffnung an. Sei in der Figur a Berlin, b das Cap der guten Hoffnung; die geographische Breite von Berlin ist 52° 30′ 17″ nördlich, diejenige des Cap 33° 55′ 15″ südlich. Lalande fand $<$ z a M, nämlich den Winkel zwischen dem Monde und dem Scheitelpunkte in a = 41° 15′ 44″, Lacaille dagegen $<$ z′ b M oder den Winkel zwischen dem Monde und seinem Scheitelpunkte in b = 46° 33′ 37″. Es ist demnach a c b′ = 52° 30′ 17″ + 33° 55′ 15″ = 86° 25′ 32″, ferner $<$ z a M + $<$ z′ b M = 87° 49′ 21″, also $<$ a M b = 1° 23′ 49″. Die Horizontalparallaxe ergibt sich nun, wenn man $<$ a M b durch die Summe der Sinusse der Scheitelabstände an den beiden Beobachtungsorten dividirt, wobei vorausgesetzt wird, daß beide Beobachtungsorte unter demselben Meridiane liegen. Ist letzteres nicht der Fall, so müssen die Beobachtungen erst auf denselben Meridian reducirt werden. Im vorliegenden Falle findet sich die Mondparallaxe = 60′ 29″, doch ist dies nicht die mittlere, sondern diejenige, welche der Mondentfernung an jenem Tage entspricht. Die mittlere Horizontalparallaxe des Mondes ergibt sich nach den neuesten Untersuchungen von Stone, welche sich auf die Beobachtungen am Cap der guten Hoffnung und zu Greenwich in den Jahren 1856 bis 1861 stützen, zu 57′ 2·707″, und ihr entspricht

eine Entfernung des Mondmittelpunktes vom Centrum der Erde von 51.795 Meilen. Die größten und kleinsten Entfernungen des Mondes von dem Erdmittelpunkte, in Folge der Excentricität seiner Bahn, variiren zwischen 48.950 und 54.650 Meilen; in Folge der Störungen kann sich dagegen die kürzeste Distanz zwischen der Erd- und Mondoberfläche auf 47.000 Meilen vermindern.

Der mittlere scheinbare (Winkel-) Durchmesser des Mondes beträgt, nach den Messungen Wichmann's mittels des Königsberger Heliometers, 31′ 6.61″ oder 468 geographische Meilen. Hieraus folgt, unter Annahme einer rein kugelförmigen Gestalt, daß die gesammte Oberfläche des Mondes 688.640 geographische Quadratmeilen umfaßt, also 13.46mal weniger als die gesammte Erdoberfläche, so daß sie etwa dem Areale des Erdtheils Amerika gleich ist. Die uns zugewandte Hemisphäre des Mondes umfaßt 344.320 Quadratmeilen und ist also fast genau so groß wie das russische Kaiserreich.

Die Masse des Mondes oder wenn man will sein Gewicht, ist beträchtlich geringer als die Masse oder das Gewicht der Erde. Dies ist schon von vorneherein fast gewiß, da der Mond in Folge der Erdanziehung um diese als Trabant seine Bahn beschreibt und in den Himmelsräumen nur die größere Masse das Herrscherübergewicht verleiht. Die genauere Bestimmung der Größe der Mondmasse ist sehr schwierig; Lindenau fand sie früher zu $\frac{1}{87{\cdot}7}$ der Erdmasse; spätere Untersuchungen von Peters und Schidloffsky ergaben $\frac{1}{81}$ und damit stimmt auch Leverrier's Werth von $\frac{1}{81{\cdot}6}$ nahe überein

Hansen nimmt $\frac{1}{79.667}$ als wahrscheinlichsten Werth der Mondmasse an und Newcomb findet aus der sogenannten Mondgleichung der Erde die Masse des Mondes = $\frac{1}{81.44}$ der Erdmasse. Im Mittel kann man ohne großen Fehler annehmen, daß die Mondmasse $\frac{1}{80}$ der Erdmasse beträgt. Wäre es daher möglich, den Mond auf einer Wage zu wiegen, so würde sich sein Gewicht zu 1750 Trillionen Centner ergeben.

Wenn die Größe (das Volum) eines Körpers und seine Masse gegeben sind, so kann man sehr leicht seine mittlere Dichtigkeit berechnen. Nennt man D und d die Dichtigkeiten, V und v die Volumina und M, m die Massen zweier Körper, so verhalten sich deren Dichtigkeiten

$$D:d \text{ wie } M \times v : m \times V.$$

Nimmt man die Dichte d der Erde zur Einheit, ebenso ihre Masse m und ihr Volumen v, so ist die Masse des Mondes $M = \frac{1}{80}$ und sein Volumen $V = \frac{1}{49}$ daher ist seine Dichte

$$D = \frac{1}{80} : \frac{1}{49}$$

oder nahe gleich $^6/_{10}$ der Dichtigkeit der Erde. Wenn die Größe und Masse eines Weltkörpers gegeben ist, so kann man, wie sich mathematisch sehr einfach zeigen läßt, die Intensität der Schwere an seiner Oberfläche und den davon abhängenden Fallraum des Körpers auf derselben leicht berechnen. Es findet sich auf diese Weise, daß auf dem Monde ein freifallender Körper in der ersten Secunde einen Raum von 2 Fuß $6^3/_5$ par. Zoll durchfällt, während der Fallraum in der gleichen Zeit an der Erdoberfläche bekanntlich nahe 15 Fuß beträgt.

III.

Die Mondoberfläche zeigt dem bloßen Auge ein seltsames Gemisch von helleren und dunkleren Flecken, aus denen die Phantasie der verschiedenen Völker die merkwürdigsten und sonderbarsten Gestalten gebildet hat. Bei den Indiern glaubte man, daß die Mondflecke durch einen Hasen entstanden seien, der sich im Monde aufhalte, worauf auch der Sanskritname des Mondes sasanka hindeutet. Nicht minder werden die Mondflecke auch in der mongolischen Ueberlieferung mit einem Hasen in Verbindung gebracht. Die Ureinwohner Ceylons, welche ebenfalls die Mondflecke für das Bild eines Hasen halten, lassen diesen durch Buddha in den Mond versetzt werden, während die Nama-Hottentotten in Südafrika die Mondflecke davon herleiten, daß ein Hase das Angesicht des Mondes zerkratzt habe. In der jüngern Edda heißt es, daß die Mondflecke zwei wassertragende Kinder seien, welche der Mond (Mani) einst zu sich heraufnahm; noch gegenwärtig ist diese Meinung im schwedischen Landvolke weit verbreitet. Unter den germanischen Völkern herrscht die

Vorstellung, die Flecken des Mondes stellten einen Mann vor, der ein Bündel Holz auf seinem Rücken trägt. Nach und nach bildete sich hieraus im Volksmunde die weitere Mythe, der Mann sei in den Mond gekommen, weil er Holz gestohlen habe; in der Weltbeschreibung des Prätorius wird sogar der Meinung abergläubischer Leute gedacht, welche die Mondflecke für den Mann ansehen, der am Sabbathe Holz aufgelesen und deshalb gesteinigt worden sei. In Italien brachte die Volksanschauung die Mondflecke mit dem biblischen Kain in Verbindung. Albert v. Bollstädt sah in den Mondflecken einen Drachen, auf dessen Rücken sich ein Baumstamm erhebt, an den ein Mensch anlehnt. Wenn es einem solchen, wirklich scharfsinnigen und seiner Zeit in vielfacher Beziehung weit vorausgeeilten Manne unmöglich war, sich zu einer rationellen Anschauung der Natur des Mondes zu erheben, so braucht man sich nicht zu wundern über die thörichten Vorstellungen der Volksstämme aller Zeiten und Erdregionen, die ein großes kosmisches Phänomen mit menschlichen Vergehungen in kleinliche Beziehungen brachten.

Von den alten griechischen Philosophen sind so vielerlei Hypothesen und Axiome aufgestellt worden, daß es nicht wunderbar erscheinen kann, wenn darunter auch Aussprüche über den Mond und seine Flecke vorkommen, die zum Theile unseren heutigen Anschauungen merkwürdig ähnlich sehen. Wenn Agesianax die Behauptung aufstellte, die Mondscheibe reflectire gleich einem Spiegel die Umrisse der Continente und Meere unserer

eigenen Erde, so fand dies schon Plutarch unzulässig und hob nachdrücklich hervor, daß man die Mondflecke für Berge und Thäler ansehen dürfe. Plutarch erwähnt ausdrücklich der Berggipfel und vergleicht sie mit dem Athos, dessen Schatten zur Zeit der Solstitien die eherne Kuh auf dem Markte von Myrine auf Lemnos erreichte. Allein, wie Diogenes Laertius bezeugt, hat Anaxagoras schon volle sechs Jahrhunderte vor Plutarch die Lehre vorgetragen, daß auf dem Monde Berge und Thäler so wie Bewohner existirten, daß er eine Welt für sich sei. Es ist mir nicht weiter zweifelhaft, daß solche Behauptungen keineswegs ausschließlich speculativer Natur waren, sondern daß sie wahrscheinlich unterstützt oder angeregt wurden, durch ein aufmerksames Beobachten der zu- und abnehmenden Mondphasen unter dem herrlichen südlichen Himmel. Der Erste, welcher die Mondberge deutlich erkannte, war Galilei, als er im Mai 1609 das von ihm erfundene Fernrohr zum ersten Male auf unsern Trabanten richtete. Der florentinische Physiker erwähnt schon zu Anfang seiner Mondbeobachtungen gewisser Bergspitzen, die als isolirte, helle Punkte aus des Mondes Nachtseite emporragen und deren Höhe er auf etwa eine Meile schätzte. Galilei beschäftigte sich auch schon mit dem Entwurfe einer Mondkarte, doch konnte dieselbe nichts als eine rohe Abzeichnung der Conturen der hervorragenderen Flecke liefern, da es ihm sowohl an einem hinreichend starken Fernrohre als an geeigneten Messungsapparaten und an mathematischen Formeln zur Reduction sämmtlicher Messungen

auf eine mittlere Lage des Mondes fehlte. Das Gleiche gilt von der Mondkarte, die Scheiner entwarf; erst Hevel lieferte etwas Besseres, aber auch seine Karte war nur nach dem Augenmaße gezeichnet. Dennoch aber blieb Hevel's Selenographia seu descriptio lunae et macularum ejusdem, die 1647 erschien, auf mehr als hundert Jahre hinaus das Beste was existirte. Um dieselbe Zeit beschäftigten sich auch Peiresc und Gassendi mit Entwerfung einer Mondkarte, allein sie müssen wohl selbst von ihrer Arbeit sehr wenig erbaut gewesen sein, denn die Nachricht, daß Hevel den nämlichen Gegenstand bearbeite, veranlaßte sie sofort, ihr Unternehmen einzustellen.

Riccioli, der damals viel in der Astronomie herumwirthschaftete, versuchte sich natürlich auch an einer Generalkarte unsers Trabanten; allein dieselbe ist außerordentlich schlecht und beruht außerdem größtentheils auf den unvollkommenen Versuchen Grimaldi's. Die Höhenmessungen, welche Riccioli bei einzelnen Mondbergen anstellte, haben gar keinen Werth. So gibt er z. B. dem von ihm sogenannten Mons Catharinae eine Höhe von 42.700 pariser Fuß, was genau 27.300 Fuß zu viel ist. Das Meiste leistete Riccioli in der Benennung der einzelnen Mondflecke und Gebirge. Schon Hevel hatte denselben Namen beigelegt, welche von irdischen Bergen und Meeren genommen waren, indem er hervorhob, er wolle keine Personen hier verewigen, um sich unter denjenigen, die er etwa überginge, keine Feinde zu machen. Riccioli setzte sich kühn über diese

Bedenken des Danziger Bürgermeisters hinweg, legte zunächst einem der hervorragenderen Mondgebirge seinen eigenen theuren Namen bei und schuf dann für die übrigen eine neue Nomenclatur, indem er an Stelle der irdischen Bergnamen vorwaltend die Namen von Jesuitenpatres, seinen Ordensbrüdern, setzte. Dominicus Cassini lieferte die erste Mondkarte, bei welcher die veränderliche Libration des Mondes berücksichtigt und wenigstens die Lage einiger Punkte durch Messungen festgelegt war. Eine von Lahire entworfene Mondkarte ist niemals veröffentlicht worden. Die erste genauere, auf wirklich wissenschaftlichen Principien beruhende Mondkarte verdankt man dem Göttinger Astronomen Tobias Mayer; diese Karte, welche sich in seinem Nachlasse befand, ist zwar nicht groß (die Mondscheibe hat einen Durchmesser von 7 ½ Zoll), aber die angegebenen Lagen der einzelnen Flecke beruhen ohne Ausnahme auf eignen mikrometrischen Bestimmungen des Verfassers. Diese Karte erschien 1775 und blieb über ein halbes Jahrhundert die einzige Generalkarte des Mondes, die wirkliche Brauchbarkeit besitzt. Zwar beschäftigten sich gegen Ende des vorigen Jahrhunderts verschiedene Astronomen und darunter berühmte Beobachter, wie W. Herschel und H. Schröter, mit Untersuchungen der Mondscheibe, allein ihre Arbeiten waren keine planmäßigen, sondern mehr oder minder gelegentliche Versuche. Besonders gilt dies von William Herschel's Mondbeobachtungen, die um 1780 begannen. Die mächtigen Teleskope dieses größten astronomischen Entdeckers aller Jahrhunderte,

haben in ihrer Anwendung auf die Erforschung der Mondoberfläche lange nicht das geleistet, was später weit kleinere aber leicht handliche Refractore lieferten. Dann hat sich auch der ältere Herschel nach kurzer Durchmusterung des Sonnengebietes und der ihm zugehörigen Körper, vorzugsweise und mit weit größerer Vorliebe in die Durchforschung des unermeßlichen Oceans der Fixsternwelt versenkt. Was Schröter anbelangt, so genoß er lange Zeit hindurch den Ruhm, der beste Kenner der Mondoberfläche zu sein. In der That hat er lange Jahre hindurch erst mit 7-füßigen, dann mit 13- und 27-füßigen Spiegelteleskopen die Mondscheibe durchmustert und zahlreiche Zeichnungen von einzelnen Landschaften derselben geliefert. Allein diese Zeichnungen beruhen nur auf ziemlich wenig genauen Messungen und rücken vorzugsweise die scheinbaren Verhältnisse, den Schattenwurf, das Hervortreten lichter Punkte aus des Mondes Nachtseite, in den Vordergrund, als die eigentliche Plastik des Terrains, auf deren möglichst genaue Darstellung es hauptsächlich ankommen muß. Schröter's Zeichnungen sind daher recht instructiv, um das Aussehen einzelner Mondlandschaften in großen Teleskopen dem Laien zu veranschaulichen, aber ein zusammenhängendes und wissenschaftlich brauchbares Bild von der gesammten Oberfläche des Mondes, läßt sich daraus, wie Mädler gefunden, nicht zusammensetzen. Der Erste, der es unternahm, die Mondoberfläche wirklich topographisch aufzunehmen, war der Oberinspector des mathematischen Salons in Dresden, Wilhelm Gott-

helf Lohrmann. Leider ist seine sehr gründliche Arbeit nicht vollendet worden, im Jahr 1824 erschien eine Section der großen Mondkarte und 1838 eine Generalkarte des Mondes. Durch diese Arbeit, deren Vollendung durch ungünstige äußere Verhältnisse verhindert worden, angeregt, unternahm Johann Heinrich Mädler im Vereine mit (und auf dem kleinen Privatobservatorium eines Freundes der Astronomie), Wilhelm Beer in Berlin, die Herstellung einer neuen Mondkarte, die, wenn auch nicht so weit ins Detail gehend, wie jene Lohrmann's, möglichst genau sein und nur auf eigenen Messungen beruhen sollte. Encke stand den Unternehmern mit Rath und That zur Seite und lieferte auch die mathematischen Formeln zur Reduction der Messungen und Zeichnungen. Die regelmäßigen Beobachtungen zur Realisirung des Projectes begannen im Frühjahre 1830 und waren im August 1836 beendigt. Die Aufnahmen der einzelnen Mondlandschaften wurden auf 104 Hauptpunkte gestützt, so wie auf eine große Anzahl von Punkten zweiter Ordnung, deren Lagen durch Messungen und Rechnungen genau festgestellt wurden. Nachdem dies geschehen war, wurden die inzwischen erhaltenen einzelnen Zeichnungen an ihrem richtigen Orte nach mittlerer Libration eingetragen und mit der fernern Detailzeichnung fortgefahren. Im Ganzen wurden im weitern Verlaufe der Arbeit noch 150 Durchmesser von Kratern und 1095 Berghöhen gemessen. Die Resultate dieser ausgedehnten und sorgfältigen Arbeit erschienen niedergelegt in einer drei pariser Fuß im Durchmesser

haltenden Generalkarte des Mondes und einem Werke: „Der Mond nach seinen kosmischen und individuellen Verhältnissen.“ Die genannte Karte, deren große Genauigkeit später auch durch photographische Aufnahme der Mondscheibe im klarsten Lichte erschien, geht übrigens nicht zu sehr ins Detail ein, sie enthält nur Gegenstände, welche mit vierfüßigen Fraunhofer'schen Ferngläsern bequem gesehen werden können. Außerdem hat Mädler gelegentlich noch einige Specialaufnahmen hervorragender Localitäten der Mondoberfläche ausgeführt, unter Benutzung der großen (14-füßigen) Refractore von Berlin und Dorpat.

Am eingehendsten hat sich nach Beer und Mädler der gegenwärtige Director der Sternwarte zu Athen, Julius Schmidt, mit der topographischen Aufnahme des Mondes beschäftigt und man darf ihn zweifellos als den besten Kenner der Mondoberfläche bezeichnen. Einen Theil seiner früheren Arbeiten hat Schmidt in dem Werke „Der Mond“ niedergelegt, seitdem sind noch einzelne Abhandlungen über gewisse Regionen des Mondes von ihm erschienen, darunter eine sehr wichtige Arbeit über die (später zu besprechenden) Rillen des Mondes. Es ist der Plan dieses unermüdlichen Astronomen, eine Fortsetzung und Ausdehnung der Lohrmann'schen Untersuchungen zu geben, wodurch eine unverhältnißmäßig größere Menge von Detail der Mondscheibe mappirt wird, als dies in der Mädler'schen Karte der Fall ist. Die Realisirung dieses Planes erfordert selbstredend einen langen Zeitraum und großen

Muth; nach dem, was bis jetzt von den Aufnahmen Schmidt's in die Oeffentlichkeit gedrungen ist, darf man das Höchste erwarten. Selbst die photographischen Aufnahmen der Mondscheibe, worin besonders von Rutherfurd und Warren de la Rue Außerordentliches geleistet worden, treten unvergleichlich zurück, sowohl was Klarheit als Fülle des Details anbelangt, gegenüber den herrlichen Zeichnungen von einzelnen Mondlandschaften, die Schmidt geliefert hat. Hoffen wir, daß es dem thätigen Astronomen vergönnt sein möge, seine Riesenarbeit glücklich zu vollenden und damit der Nachwelt ein weiteres Beispiel dessen zu hinterlassen, was deutscher Fleiß und deutsche Sorgfalt zu schaffen im Stande sind. In England hat sich seit einigen Jahren ein besonderes Mond-Comité gebildet, welches eine große 6 Fuß im Durchmesser haltende Karte des Mondes herstellen will, auf Grund deren eine zonenweise Untersuchung der ganzen Mondscheibe stattfinden soll. Bis jetzt ist noch wenig von der Thätigkeit dieses Comité's in die Oeffentlichkeit gedrungen; es wäre sehr wünschenswerth, daß die Sache nicht einschliefe, sondern durchgeführt würde.

Gehen wir nun zur speciellern Betrachtung der Mondoberfläche über, so finden wir hier beim ersten Anblicke große, meist zusammenhängende dunkle Flächen und daneben andere, mehr oder minder helle Gegenden. Besonders die nordöstlichen Theile der Mondscheibe zeigen diese großen grauen Flächen, die inselartig von kleineren hellen Parthien unterbrochen werden. Die ersten Mond-

nahmen vor, wo helle Regionen sehr eben, dunkle sehr bergreich sind. Die allgemeine Form, welche sich mehr oder weniger deutlich bei allen Gebilden auf der Mondscheibe wieder erkennen läßt, ist die kreisförmige. Sogar die großen grauen Flecke wiederholen sie zum Theile sehr charakteristisch. Wo die kreisförmig umrandete Bodenerhebung eine groß[illegible] meist ebene Fläche umschließt, bezeichnet man sie al[illegible] ebene; kleinere, mehr kreisförm[illegible] Gebilde [illegible] werden Ringgebirge, noch [illegible] Krat[illegible] Die kleinsten Krater, bei [illegible] Sicherheit er[illegible] läßt, ob [illegible] Umwallung [illegible] liegt [illegible]

[illegible] so zahlre[illegible] ung- [illegible] zelnen [illegible] daß [illegible] der alten [illegible] sind, [illegible] neuere [illegible] zur [illegible] unter [illegible] s her- [illegible] Astro- [illegible] wenn die [illegible] gemein- [illegible] und die [illegible] ntheile er- [illegible] alles mehr [illegible] t. — „Selbst [illegible]

dener Form und Größe, besonders aber schmale, lange, furchenartig vertiefte Thalschluchten. Das Innere der Wallebenen ist selten oder nie ganz eben; in schräger Beleuchtung überzeugt man sich, daß Hügelgruppen, breitere Landrücken, schmale aderartige Höhenzüge, kraterartige Vertiefungen oder auch (freilich seltner) blasenartig aufgetriebene Stellen darin vorkommen. Nur muß man die lichten Streifen, welche oft in Menge in solchen Wallebenen, wie in allen anderen Mondgegenden, vorkommen, nicht sofort für Erhöhungen halten, denn in schräger Beleuchtung, wenn die wirklichen Erhöhungen sich durch ihre Schatten unzweifelhaft als solche darthun, sucht man vergebens nach ihnen."

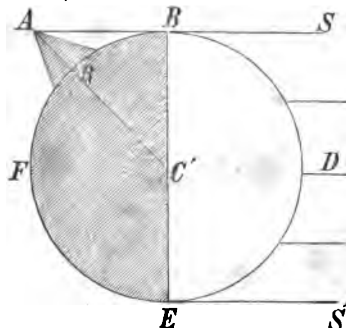
Die Zahl der Ringgebirge ist sehr groß, mittels eines mäßigen Fernrohres erkennt man Hunderte von ihnen. Besonders auf der südlichen Mondhälfte stehen sie dicht gedrängt. Im Innern erhebt sich meist ein Centralberg, bei größeren Ringgebirgen, auch wohl ein System kleiner Berge, die niemals die Höhe der Umwallung erreichen. Ueberhaupt existirt keine deutlich nachweisbare Beziehung zwischen der Höhe des Centralberges und derjenigen der Umwallung. Bei starken Vergrößerungen erscheinen die Wälle der Ringgebirge sehr reich gegliedert, von höheren oder niedrigeren Kuppen besetzt und durch Querthäler und Schluchten unterbrochen; andere Stellen zeigen Unregelmäßigkeiten, die auf eine spätere, theilweise Zertrümmerung schließen lassen. Die allgemeine Form der Ringgebirge erleidet bei einigen dieser Gebilde insofern Abweichungen, als ein Theil der Umwallung fehlt

und die Landschaft nur an einigen Seiten geschlossen ist. Manche dieser Gestaltungen erinnern in ihrer allgemeinen Form an Meerbusen, die ins Land einschneiden und es ist merkwürdig, daß jene Gebilde ihre offene Seite immer oder fast immer einer grauen Fläche, einem mare zukehren. Ein merkwürdiges Ringgebirge, das den Namen Vitellio trägt, besitzt nach Schmidt neben der großen äußern Umwallung noch eine kleinere um den Centralberg. Bei vielen Ringgebirgen liegt der innere Boden noch beträchtlich höher als die äußere, flache Umgebung, so beim Ringgebirge Mersenius 3000 Fuß höher als das benachbarte mare humorum. In anderen Fällen findet das Umgekehrte statt, so beim Ringgebirge Aristarch, dessen Kraterboden nach Mädler 4600 Fuß unter dem Niveau der umgebenden Ebene liegt. Die Größen der Ringgebirge sind natürlich sehr verschieden, ebenso die Wallhöhen. So hat z. B. das Ringgebirge Clavius einen Durchmesser von 31 geogr. Meilen und Berghöhen von 16.000 Fuß. Das merkwürdige Ringgebirge Tycho, welches im Vollmonde als heller Fleck glänzt und von dem helle Streifen nach allen Richtungen hin auslaufen, hat 12 Meilen Durchmesser und Berge bis zu 18000 Fuß Höhe. Die höchste Erhebung über die umliegende Gegend zeigt eine von Schmidt gemessene Bergkuppe auf dem Nordostwalle des Ringgebirges Curtius, die eine Höhe von 27.200 Fuß erreicht. In der Nähe des Südpoles vom Monde gibt es nach demselben Astronomen einen Berg von 26.600 Fuß Höhe. Alle diese Höhen beziehen sich stets auf die nächste Umgebung, denn, da es auf

dem Monde kein Wasser gibt, so fehlt es auch an einer allgemeinen Niveaulinie, auf welche man alle Höhenangaben beziehen könnte, wie das bei uns mit der Meeresfläche der Fall ist.

Um die Höhe eines Mondberges zu messen, kann man sich mehrerer Methoden bedienen; Galilei und Hevel bedienten sich des Verfahrens der sogenannten Lichttangenten, wovon Folgendes eine Vorstellung gibt.

Fig. 5.



Es sei (Fig. 5) BCDE der zur Hälfte erleuchteten Mond, und SASE bezeichne die Richtung der auf den Mond treffenden Sonnenstrahlen. Stellt nun RA einen, der Deutlichkeit halber übertrieben groß gezeichneten, Berg in des Mondes Nachtseite vor, so ragt derselbe mit seiner Spitze bis in den Bereich der Sonnenstrahlen empor und sein Gipfel A erscheint als heller Punkt in der Nachtseite des Mondes. Hat man aber die gerade Entfernung AB, des Berges von der Lichtgränze mittels des Mirometers gemessen und kennt man gleichzeitig den scheinbaren Durchmesser des Mondes zur Zeit der Beobachtung, so ist es sehr leicht mit Hilfe der Anfangsgründe der Geometrie oder aus einer Zeichnung die Höhe RA des Berges zu bestimmen. Man kennt nämlich in dem bei B rechtwinkeligen Dreiecke ABC′ die beiden

Seiten A B und B C und kann daraus auf verschiedene Weise die Größe der dritten Seite A C berechnen. Zieht man nun von AC′ die Größe R A des Mondhalbmessers ab, so erhält man RA oder die Berghöhe. Diese Methode ist auch von Herschel und Schröter zu Höhenmessungen der Mondberge vielfach benutzt worden; sie ist indeß weniger leicht anwendbar und gibt auch minder genaue Resultate als eine andere Methode, der sich Mädler und Schmidt vorzugsweise bedienten, nämlich jener der Schattenlängen. Es ist bekannt, daß man aus der Länge des Schattens, den ein Gegenstand, z. B. ein Thurm, hinter sich wirft, seine Höhe berechnen kann, wenn die Winkelhöhe der Sonne im Augenblicke der Beobachtung gegeben ist.

Fig. 6.

b

a c

Ist (Fig. 6) a b ein Thurm, dessen Höhe bestimmt werden soll, und a e sein Schatten, dessen Länge man gemessen hat, so ist, wenn man die Höhe der Sonne über dem Horizonte kennt, in dem rechtwinkeligen Dreiecke b c a, die Länge der Seite a c gegeben und außerdem kennt man die Winkel b a c (als Rechter) und b c a = der Sonnenhöhe. Man kann nun ohne Schwierigkeit die Höhe b a des Kirchthurms finden, denn sie ist gleich c a multiplicirt mit der trigonometrischen Tangente des Winkels b c a. Genau dasselbe Verfahren wendet man auch bei Berechnung der Höhen der Mondberge an. Man könnte nun fragen, wie man aber für diese Berge zur Kenntniß der Höhe der Sonne über dem dortigen Horizonte gelangt, da doch Nie-

diese Winkelhöhe direct messen kann. Diese Sonnenhöhe läßt sich indeß sehr leicht berechnen, wenn man den Abstand des betreffenden Punktes von der Lichtgränze mißt.

Jedem, der den Mond durch ein wenn auch schwaches Fernglas betrachtet, drängt sich sofort die Ansicht auf, daß der gegenwärtige Zustand seiner Oberfläche auf vulcanische Thätigkeit hinweist, die in einer Großartigkeit dort gewirkt haben muß, zu der wir auf unserm Planeten kein Analogon besitzen. Die große Menge der Ringgebirge, noch mehr aber die geradezu zahllosen Krater und Gruben beweisen bis zur Evidenz, daß in der That sublunare Gewalten die Gestalt der Mondoberfläche so geformt haben wie wir sie erblicken. Sind diese Kräfte heute noch dort thätig, oder sind sie längst erloschen? Diese Frage drängt sich zunächst dem denkenden Geiste auf. Natürlich kann sie nur durch die directe Beobachtung ihre ausreichende Beantwortung finden, und wir wollen daher zusehen, ob in der That im Laufe derjenigen Zeit, während welcher der Mond mittels großer Fernrohre untersucht worden ist, Veränderungen auf seiner Oberfläche constatirt werden konnten. Hevel, der den Mond eifrig und lange Zeit hindurch beobachtete, sprach die Meinung aus, Aristarch sei ein noch thätiger Vulcan. Er wurde zu dieser Meinung veranlaßt durch den großen Glanz, welchen dieses Ringgebirge selbst in des Mondes Nachtseite zeigt. Lahire bemerkte dagegen, daß sich dieser Fleck, wenn er sich im Schattenrande befindet, von anderen durch Nichts unterscheide. Die neueren Untersuchungen von Schmidt machen es dagegen wahrscheinlich, daß doch in der Um=

gebung des Aristarch gelegentlich Veränderungen der Mondoberfläche vorkommen. Wenigstens sah der genannte Astronom am 10. Mai 1862 westlich neben Aristarch gegen 15 Rillen und eine Gruppe aneinandergedrängter Krater, von denen viele durchaus nicht zu den nur sehr schwierig erkennbaren Gegenständen gehören und die er doch weder selbst früher am Berliner Refractor noch auch Mädler gesehen, obgleich sie, falls vorhanden, kaum hätten entgehen können. „Wie dem auch sein möge," sagt Schmidt, „die Umgegend des Aristarch verdient häufige und sorgsame Untersuchung und wenn auch keine Neubildungen sollten stattgefunden haben, so sind partielle und langdauernde Bedeckungen möglich, auch wenn der Mond keine Atmosphäre hat."

In den Memoiren der alten Pariser Akademie berichtet Louville daß er am 3. Mai 1715 (bei Gelegenheit einer totalen Sonnenfinsterniß) auf der Oberfläche des Mondes intermittirende Blitze wahrgenommen habe; er war der Ansicht, es habe daselbst ein Gewitter stattgefunden. Ich glaube, daß Niemand anstehen wird, diese Meinung für unrichtig zu erklären, wenn er hört, daß die Louville'schen Blitze über einen so beträchtlichen Theil der Mondscheibe zuckten, daß man nach Analogie irdischer Verhältnisse an Blitze denken müßte, die sich etwa von Hamburg nach Triest oder von London nach Petersburg erstreckten. Solche Gewitter-Entladungen kann man wohl schwerlich auf dem Monde annehmen und um so weniger als man sonst niemals etwas Aehnliches bemerkt hat. Wahrscheinlich waren die Blitze welche

Louville auf der Mondscheibe zu erkennen glaubte, nichts anderes, als Lichterscheinungen in unserer eigenen Atmosphäre. Das Gleiche gilt von dem Lichtpunkte den Don Ulloa bei Gelegenheit der Sonnenfinsterniß des Jahres 1778 auf der dunklen Mondscheibe sah und den man damals für ein gewaltiges, den ganzen Mond durchsetzendes Loch erklärte.

Am 25. Juli 1774 nach Mitternacht sah C. G. Eysenhardt während zweier Stunden mit drei verschiedenen Spiegelteleskopen im mare crisium ein merkwürdiges Unduliren der Lichtgränze des Mondes. Der Beobachter bemerkt, er habe den Eindruck empfangen, als wenn ein helles Fluidum in den dunkeln Theil des Mondes hinein- und wieder zurückgeflossen sei. Wahrscheinlich ist die ganze Erscheinung einem besondern Zustande eines Theiles unserer Atmosphäre zuzuschreiben und hängt zusammen mit dem Wallen der Ränder, welches sehr häufig die, eine Scheibe darstellenden Himmelskörper im Fernrohre zeigen.

Im Jahre 1788 am 27. August, fand Schröter einen Krater in der Nähe der Wallebene Hevelius, von dem er fest überzeugt war, daß sich derselbe früher nicht dort befunden habe. Im mare crisium erblickte derselbe Beobachter einen Berg mit einem Krater von $^3/_4$ Meile Durchmesser während eines Monats zu verschiedenen Zeiten, ohne daß es ihm später jemals gelang, den Krater wiederzusehen. Die Entstehung eines andern Kraters von $1^1/_2$ Meile Durchmesser will Schröter südwestlich von dem Ringgebirge Plato, nach voraus-

gegangener heller Lichterscheinung wahrgenommen haben. Villeneuve und Nouet sahen im Jahre 1787 bei dem Flecken Heraclides, in der Nachtseite des Mondes einen lichten Punkt während 6 Minuten abwechselnd an Helligkeit zu- und wieder abnehmen. Aehnliches behauptet auch Piazzi zu verschiedenen Zeiten wahrgenommen zu haben.

Am 15. October 1789 sah Schröter im mare imbrium mehrere Lichtfunken von schneller Bewegung. Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Erscheinung in unserer Atmosphäre stattfand und sich nur optisch auf der Mondscheibe projicirte.

Am 17. März 1794 sahen William Wilkins und Thomas Stretton ein Licht im dunkeln Theile der Mondscheibe. Der Beschreibung zufolge war es vielleicht das Ringgebirge Aristarch.

Im April 1787 kündigte Herschel in der Kgl. Gesellschaft zu London an, daß er am 19. desselben Monats drei feuerspeiende Berge auf dem Monde in voller Thätigkeit gesehen habe. Aehnliches wurde von demselben Beobachter schon am 4. Mai 1783 bemerkt. Zuletzt sah er am 22. October 1790 auf der Scheibe des total verfinsterten Mondes 150 rothe, leuchtende Punkte. Herschel scheint anfänglich geglaubt zu haben, daß die von ihm wahrgenommenen hellen Punkte in Eruption begriffene Vulcane seien, später ist er allerdings davon zurückgekommen und spricht nur von „Mondvulcanen“, weil die Sache doch einen Namen haben müsse.

Es ist wahrscheinlich, daß die Herschel'schen Mondvulcane mit den Mondflecken identisch sind, die sich auch im Vollmonde durch ein sehr intensives Licht auszeichnen, ihre starke Reflexionsfähigkeit bewirkt, daß sie auch dann, wenn nur der schwache Schein des zurückgeworfenen Erdlichtes auf sie fällt, in merklichem Grade neben ihrer Umgebung hervortreten.

Am 27. December 1857 sah Hart in Glasgow mit einem zehnzölligen Reflector auf dem hellen Theile der Mondscheibe zwei leuchtende Punkte von flammengelber Farbe an jeder Seite eines Bergkammes. Die Erscheinung dauerte fünf Stunden hindurch und der Beobachter hält sie entschieden für vulcanisch.

Die sämmtlichen bis jetzt mitgetheilten Wahrnehmungen sind nicht geeignet, die Frage, ob mit der Mondoberfläche noch gegenwärtig Veränderungen vor sich gehen, zu bejahen; man muß auf Grund derselben vielmehr dahin entscheiden, daß solche in der angegebenen Zeit in für uns noch wahrnehmbarem Maße nicht stattgefunden haben. Letzterer Punkt ist freilich sehr zu beachten, denn es können immerhin auf dem Monde vulcanische Ausbrüche ähnlich denen des Vesuv vorkommen, ohne daß wir sie wahrzunehmen im Stande sind. Der Krater des Vesuv z. B. würde selbst in unseren besten Fernrohren vom Monde aus nicht mehr erkannt werden können, denn sein scheinbarer Durchmesser würde dann unter einem Winkel von nur 0''.07 erscheinen. Die größten Naturereignisse auf unserer Erde, die in die historische Epoche fallen, die Aufschüttung des Jorullo in

Mexiko, die vulcanischen Eruptionen bei Santorin, die Entstehungen gewisser kleiner, vulcanischer Inseln, würden sicher einem Beobachter auf dem Monde entgangen sein, wenn er die nämlichen Hilfsmittel besessen hätte, die in den betreffenden Epochen unseren Astronomen zu Gebote standen. Ist es aber wahrscheinlich, daß in dem kurzen Zeitraume von wenigen Decennien, während deren wir genauere Karten des Mondes besitzen, Naturereignisse anzunehmen sind, neben welchen die größten vulcanischen Phänomene unserer Erde, sehr unbedeutend erscheinen? Wenn man auch berücksichtigt, daß die Schwere auf dem Monde eine geringere ist als auf unserer Erde, daß also dort die nämlichen vulcanischen Kräfte größere Actionen vollbringen müssen, als bei uns, so scheint dennoch die genannte Wahrscheinlichkeit nur gering zu sein. Nichts desto weniger ist es dem unermüdlichen Mondbeobachter Schmidt in Athen im October 1866 gelungen, zu constatiren, daß der Mondkrater Linné eine Veränderung erlitten habe. Während derselbe nämlich in den Jahren 1822 bis 1832 ein 5000 Toisen breiter und sehr tiefer Krater war und als solcher deutlich erschien, wenn er der Phase nahe, mehr oder weniger deutlich beschattet sein mußte, war nach den Beobachtungen von Schmidt seit dem 16. October 1866 die Kratergestalt des Linné zur Zeit schräger Beleuchtung durchaus nicht mehr wahrzunehmen. Nur unter besonders günstigen Umständen konnte Schmidt bisweilen einen feinen schwarzen Punkt von 300 Toisen Durchmesser erkennen. Meist erschien Linné selbst bei günstiger Beleuchtung als Lichtfleck. Die

Erscheinung erklärt sich, wenn man annimmt, daß Eruptionsproducte über den Rand des Kraters ausflossen und den Abhang mit allmählicher Neigung ausfüllten. Die Verbreitung der über den Rand abgeflossenen hellen Masse in der dunkelen Ebene, gibt Anlaß zur Entstehung von breiten, kragenartigen, einem Halo ähnlichen, Gebilden wie solche auf dem Monde, besonders in den dunkelen Ebenen, sehr häufig sind. Nach den neuesten Untersuchungen haben die Veränderungen beim Linné einen vorläufigen Abschluß damit gefunden, daß der Berg wieder einen großen, mehrere Tausend Toisen breiten Krater zeigt. Auch in einer andern Region des Mondes hat Schmidt das Verschwinden eines, in Mädler's Karte vorkommenden, eine Meile breiten Kraters signalisirt; an Stelle desselben befindet sich ein mehr als zwei Meilen breiter Lichtfleck. Diese hellen Lichtflecke erinnern in mehr als einer Beziehung an die lichten Strahlen, welche besonders zur Zeit des Vollmondes, von vielen Ringgebirgen auslaufen. Besonders das Ringgebirge Tycho zeigt ein außerordentlich großes Strahlensystem, welches bei günstiger Libration den vierten Theil der Mondscheibe bedeckt. Die Breite dieser lichten Streifen ist verschieden, sie erreicht bisweilen 4 Meilen; ohne Unterbrechung ziehen sie über Berg und Thal hinweg, ein Beweis, daß sie vor diesen existirten. Am deutlichsten sind die Strahlensysteme zur Zeit des Vollmondes wahrzunehmen, aber bei schräger Beleuchtung, wo die Erhöhungen sich durch ihre Schatten verrathen, verschwinden sie. Man hat es also hier nicht mit Bergen zu thun, sondern höchstens nur mit Erhebungen,

deren Höhe im Vergleiche zu ihrer Breite sehr gering ist und die uns einen wahrnehmbaren Schatten nicht mehr zeigen. Am naheliegendsten ist es unstreitig, bei diesen strahlenförmigen Ausläufern an Lavamassen zu denken, die das betreffende Ringgebirge vor Zeiten aussandte, aber es dürfte doch Schwierigkeiten haben, bandartige Lavaergüsse bis auf so weite Entfernungen hin anzunehmen, als dies z. B. das Ringgebirge Tycho zeigt. Mädler glaubt, daß bei Bildung der Mondoberfläche erhitzte Gasströme unter dem Boden fortstrichen und seine Reflexionsfähigkeit veränderten. Nach einer derartigen Umwandlung behielt er natürlich die angenommene Structur auch bei allen späteren Umwälzungen.

Finden wir schon bei den Strahlen der Vollmondscheibe große Schwierigkeiten der Erklärung nach Analogie irdischer Verhältnisse, so ist dies noch in ungleich höherm Grade der Fall für eine andere Erscheinung, welche gewisse Mondlandschaften in genügend kräftigen Ferngläsern darbieten; ich meine die sogenannten Rillen. Es sind dies schmale, meist geradlinige Vertiefungen, die sich meilenweit erstrecken und deren Anfangs- und Endpunkte durch Nichts ausgezeichnet sind. Ihre Breite ist nicht bedeutend, sie überschreitet wohl niemals 1000 Toisen, meist ist sie viel geringer. Eine Abhängigkeit der Breite von der Längenentwickelung, ähnlich wie bei unseren Flußbetten existirt nicht; Anfang, Mitte und Ende der Rillen ist meist gleich breit. Einzelne Rillen zeigen sich in gewissen Theilen kraterartig erweitert, man erblickt eine Reihe kleiner Krater, deren Wälle Oeffnungen

aus einer Tiefe in die andere freilassen. Bei der bequem sichtbaren Rille in der Nähe des Hyginus hat Mädler sehr interessante Beobachtungen gemacht. Dieselbe ist an ihrem nordöstlichen Ende ein ziemlich flaches, 1200 Toisen breites Thal, bald aber wird sie beträchtlich enger und schroffer. Zunächst trifft sie auf vier Krater, deren zweiter gegen 1500 Toisen, die anderen nur ungefähr 1000 Toisen im Durchmesser haben. Der nächste und größte Krater auf den sie trifft ist Hyginus selbst. Bei sehr günstiger Luft, zu einer Zeit, als das Innere des Hyginus ganz im Schatten lag, beobachtete Mädler im Hyginus zwei feine aber glänzende Lichtlinien, deren Lage genau die Fortsetzung der außerhalb des Kraterwalles sichtbaren Rille bezeichnete. Der Wall des Hyginus war da wo die Rille auf ihn trifft, nordöstlich und westlich von einem sehr schmalen, völlig schwarzen Schatten unterbrochen. Folglich hat die Rille den Wall des Hyginus gesprengt und zieht durch sein Inneres mit erhöhten Rändern fort. Sie ist also jüngern Ursprungs als der Krater. Weiterhin trifft sie noch auf fünf andere kleine Krater, in deren Nähe auch die bis dahin freie Ebene durch einige an den Rand der Rille tretende Hügel unterbrochen wird. Am Südrande dieses Theiles zeigen sich einige dunkle und ein großer, grünlich schimmernder Fleck. Die Rille endigt ziemlich wie sie begann und ein flacher, in ihrer Richtung fortstreichender Hügel setzt ihr die Grenze. Ihre Breite ist 7—800 Toisen und ihre Länge beträgt 27 ⅕ Meilen. Eine andere merkwürdige Rille ist die bei Herodot. Im Vollmonde glänzt sie als helle Linie

und ist überhaupt in den meisten Beleuchtungswinkeln wenigstens in einzelnen Theilen leicht zu erkennen. Mädler gibt von ihr die folgende speciellere Beschreibung. Sie beginnt nahe bei einem Berge des Herodot in hügeliger Gegend und hängt wahrscheinlich mit einer kleinen, das Hügelland an dieser Stelle durchschneidenden Schlucht zusammen. Im ersten Viertel ihres Zuges ist sie schmal und wenig vertieft, bildet darauf zwei scharfe Winkel und ändert ihre Richtung völlig; sie wird breiter, schroffer, tiefer und man kann hier schon den Schatten wahrnehmen, der von den Wänden in die Tiefe fällt. Bei einem Berge des Aristarch, der sich in ansehnlicher Steilheit über die östliche Ebene erhebt, wendet sie abermals und zieht nun mit geringer Schlängelung, ihrer anfänglichen Richtung gerade entgegengesetzt, 1800 bis 2000 Toisen breit, fort. $2\frac{1}{2}$ Meilen vor dem Endpunkte erblickt man mit großer Mühe auf dem Grunde der Rille einen kleinen Krater. Der westliche Rand liegt hier 703 Toisen über der jenseitigen Fläche. Kurz vor der Beendigung im Becken des Herodot verengt sie sich wieder und es ist schwierig, sie bis hierhin zu verfolgen. Diese beiden Schilderungen dürften zur allgemeinen Charakterisirung der Mondrillen genügen. Die Zahl der bekannten Gebilde dieser Art beläuft sich auf 425, von denen die meisten in den Jahren 1842 bis 1865 durch Schmidt aufgefunden wurden. Die erste Rille entdeckte Schröter am 5. December 1788, es ist die bei Hyginus und sie ist leicht zu sehen. Im Allgemeinen kommen Rillen überall auf der Mondscheibe vor, mit Ausnahme der Hochgebirge

wo sie wahrscheinlich ganz fehlen. Nach dem Mitgetheilten ist sofort klar, daß man in den Rillen keine unseren Flußbetten vergleichbaren Gebilde vor sich hat; auch die bisweilen geäußerte Ansicht, es möchten Kunstproducte von Mondbewohnern sein, erweist sich bei strengerer Prüfung als unhaltbar. Ueberhaupt existirt bis jetzt keine annehmbare Erklärung der Mondrillen. Was mich anbelangt, so würde ich noch am ehesten glauben, daß wir in den Rillen einfache Risse der Mondoberfläche vor uns haben, die in Folge der Zusammenziehung der oberen Schichten entstanden sind. In sehr viel kleineren Verhältnissen sehen wir Aehnliches in der trockenen Jahreszeit auf der Erde, wenn der Boden infolge der Dürre auseinanderklafft. Solche Bodenspaltungen werden auf der Erde auch durch Erdbeben veranlaßt und es ist klar, daß auf dem Monde verticale Bodenstöße leicht ähnliche Erscheinungen in größerm Maße hervorbringen dürften. Ob noch gegenwärtig neue Rillen auf dem Monde entstehen, ist eine Frage, die sich zur Zeit der Discussion entzieht. Die große Zahl der von Schmidt neu entdeckten Gebilde dieser Art, ist an und für sich durchaus nicht dadurch zu erklären, daß dieselben zur Zeit der Beobachtungen von Schröter, Lohrmann, Beer und Mädler noch nicht existirten; denn diese neu aufgefundenen Rillen sind überhaupt schwierig zu sehen, und es gehören günstige Licht- und Beleuchtungsverhältnisse dazu, um sie mittels kraftvoller Ferngläser wahrzunehmen.

So lange der Mond beobachtet worden ist, hat man niemals Verdunklungen einzelner Theile seiner Ober-

fläche wahrgenommen, die man etwa auf Trübungen oder Wolkenbildungen in seiner Atmosphäre beziehen könnte. Wasser und Wasserdampf fehlen dem Monde gänzlich; auch eine Lufthülle besitzt er nicht, die sich für uns in irgend einer Weise bemerklich machte. Schon im Jahre 1748 hat der Göttinger Astronom Tobias Mayer auf sehr sinnreiche Weise dieses Fehlen einer Mondatmosphäre nachgewiesen. Es ist eine physikalisch sichere Thatsache, daß jedes Gas im Allgemeinen den hindurchgehenden Lichtstrahl von der geraden Linie ablenkt, die Strahlen bricht. In unserer Atmosphäre entsteht in Folge der Strahlenbrechung oder Refraction die Erscheinung, daß die Sonne noch über dem Horizonte zu stehen scheint, wenn sie in Wirklichkeit schon einige Zeit unter denselben hinab gesunken ist. Die Strahlenbrechung beschleunigt den Sonnenaufgang und verzögert den Sonnenuntergang, die Unsichtbarkeit der Sonne (bei ihrem Verweilen unter dem Horizonte) wird durch die Refraction der Atmosphäre abgekürzt. Ganz dasselbe muß beim Monde stattfinden, wenn derselbe eine Atmosphäre besitzt. Denken wir uns, der Mond bewege sich auf seiner Bahn am Himmelsgewölbe über einen Fixstern hinweg, so daß der Mittelpunkt der Mondscheibe über den Punkt geht, wo der Stern am Himmelsgewölbe steht. Es findet in diesem Falle eine sogenannte centrale Bedeckung des betreffenden Sternes statt. Man sieht nun leicht ein, daß die Dauer dieser Bedeckung genau so viele Zeitsecunden betragen muß, als der Mond nöthig hat, um einen Bogen am Himmel zurückzulegen, der seinem Durch-

messer an Größe gleich ist. Dies gilt aber nur, wenn den Mond keine Atmosphäre umgibt. Denn wäre letzteres der Fall, so müßte in Folge der Strahlenbrechung der Stern uns noch sichtbar sein, wenn er wirklich schon hinter der Mondscheibe stände, die Dauer der Bedeckung würde also abgekürzt. Berechnet man nun diese Zeitdauer ohne Berücksichtigung einer Refraction am Mondrande, und vergleicht das Resultat der Rechnung mit den Ergebnissen der Beobachtung, so muß sich herausstellen, ob eine Refraction am Mondrande existirt, ob also der Mond eine Lufthülle besitzt oder nicht. Diesen Weg schlug zuerst Tobias Mayer ein und fand zwischen Rechnung und Beobachtung vollständige Uebereinstimmung; es zeigte sich keine Refraction am Mondrande. Später hat Bessel denselben Gegenstand auf dem gleichen Wege untersucht und das Resultat Mayer's bestätigt gefunden. Nach Bessel würde die höchste mögliche Dichte einer angenommenen Mondluft nur $^1/_{968}$ von derjenigen unserer Atmosphäre betragen können. Einen in die Augen fallenden Beweis gegen das Vorhandensein einer Mondatmosphäre, welche der unserigen an Dichte vergleichbar ist, bietet die tiefe Schwärze der Bergschatten auf dem Monde. Dergleichen ist in einer lichtreflectirenden und zerstreuenden Atmosphäre nicht möglich. Wir können also höchstens annehmen, daß der Mond eine sehr wenig dichte Lufthülle besitzt, die aber ihrer geringen Dichte wegen in großen Höhen über der Oberfläche sich durch Refractionserscheinungen für uns nicht mehr bemerklich macht. Damit erledigt sich die Frage,

ob es auf dem Monde Menschen ähnliche Bewohner gebe, von selbst. Denn, wo keine Luft und kein Wasser vorhanden ist, können Menschen nicht existiren, jene beiden Agentien sind die ersten und nothwendigsten Bedingungen menschlicher Existenz. Hiermit soll übrigens in keiner Weise behauptet werden, daß nicht auch auf dem Monde, wenigstens in einer gewissen Periode seiner Existenz, denkende Wesen existirten; denn es ist eine ebenso unrichtige als alte und weit verbreitete Ansicht, unsere Erde allein im unermeßlichen Raume mit vernünftigen Wesen bevölkert zu denken. Vom Standpunkte der logischen Ideenverbindung aus muß man annehmen, daß auch auf anderen Gestirnen denkende Wesen ihre Blicke nach dem sternbesäeten Himmel emporrichten. Eine andere Frage ist freilich die, ob es uns möglich ist, von der Erde aus Spuren etwaiger Mondbewohner wahrzunehmen.

Ich will hier gleich bemerken, daß dies bis jetzt noch nicht der Fall gewesen ist, und auch für die nächste Zeit alle Wahrscheinlichkeit dagegen spricht. Der Grund hiervon ist in den Zuständen unserer Atmosphäre und der geringen Helligkeit der Mondlandschaften zu suchen. Wenn man mit einem größeren Fernrohre den Mond beobachtet und eine 200- oder 300malige Vergrößerung anwendet, so bemerkt man je nach den Luftzuständen, ganz abgesehen von den Wallungen des Mondrandes, häufig ein Verwaschenwerden der Bilder, das mehrere Secunden hindurch jede feinere Wahrnehmung behindert. Geht man zu beträchtlicheren Vergrößerungen über, so vermehren sich diese Störungen der „schlechten Luft" i-

so bedeutendem Maße, daß es viele Nächte im Jahre gibt, während deren eine 400- oder 500fache Vergrößerung absolut nicht anwendbar ist. Hauptsächlich sind es die tieferen Schichten der Atmosphäre, welche in dieser Weise die Beobachtungen sehr behindern. Um sich von solchen Uebelständen frei zu machen, ist es nöthig, Observatorien auf sehr hohen Bergen einzurichten. Die astronomische Expedition, welche Piazzi-Smith nach Teneriffa unternommen, hat in der That gezeigt, daß in sehr großen Höhen über dem Erdboden die Luft eine Ruhe und Klarheit besitzt, welche die feinsten astronomischen Beobachtungen gestattet. Der 7½zöllige Refractor des genannten Beobachters zeigte in jener Höhe Sterne von der 15. bis 16. Größe, welche in den Ebenen Englands nur von den kraftvollsten Herschel'schen Spiegelteleskopen eben erreicht wurden; ebenso erschienen in jenen erhabenen Regionen die feinsten und schwierigsten Doppelsterne ohne alle Ausnahme deutlich getrennt. Wenn es uns sonach möglich ist, die störende Einwirkung unserer dunsterfüllten Lufthülle bei den Mondbeobachtungen zum überwiegend größten Theile zu eliminiren, so gelingt es dagegen, der Natur der Sache nach, nicht, die Schwierigkeit zu beseitigen, welche aus der Verminderung der Helligkeit bei zunehmender Vergrößerung entspringt. Es ist klar, daß kein Fernrohr die Helligkeit eines erleuchteten Objectes vermehren kann, im Gegentheile nimmt diese im quadratischen Verhältnisse der Vergrößerung ab, weil sich eben das Licht über eine größere Fläche vertheilt. Hiernach ist leicht zu ermessen, welchen Verlust an Helligkeit eine Mondlandschaft erleidet,

wenn man sie in einem großen Fernrohre untersucht und die Vergrößerung von 100 bis auf etwa 500 steigert. Aus diesen Gründen wissen wir über das minder in die Augen fallende Detail der Mondoberfläche noch immer sehr wenig. Aus einigen beiläufigen Beobachtungen mit dem Riesenteleskope Lord Rosse's hat sich ergeben, daß in diesem bewundernswürdigen Instrumente noch Gegenstände auf der Mondoberfläche deutlich erkannt werden können, die etwa 250 Fuß Ausdehnung besitzen. Ein Gebäude wie der Kölner Dom oder die Peterskirche in Rom wäre also von der Erde aus zu erkennen, ebenso würden wir uns schon einigermaßen eine Vorstellung von der allgemeinen Einrichtung einer Stadt wie Berlin, Paris, London machen können, wenn sie sich auf dem Monde befände. Aber alles dies doch nur im Verlaufe eines längern Studiums, keineswegs auf den ersten Blick. Bis jetzt hat sich auch nicht entfernt etwas unseren großen Städten Vergleichbares auf dem Monde gezeigt und wir haben sehr gute Gründe anzunehmen, daß etwas Analoges überhaupt auf der Mondoberfläche nicht existirt.

IV.

Wir wenden uns nunmehr zur Untersuchung der Einflüsse, welche der Mond als Weltkörper auf unsere Erde ausübt. Es ist bekannt, daß der Mond die Ursache von Ebbe und Fluth unserer Oceane ist, daß in Folge seiner Anziehung auf die einzelnen, ungleich weit von ihm entfernten Theile des Meeres, die Wasser periodisch anschwellen und wieder zurückfluthen. Die Frage, ob durch die gleiche Wirkung des Mondes nicht auch eine Ebbe und Fluth in der Atmosphäre unserer Erde entstehe, ist theoretisch längst mit Ja beantwortet; aber der Nachweis derselben in den Beobachtungen stieß auf größere Schwierigkeiten als man voraussehen konnte. Laplace hat 1752 zu Paris angestellte Barometerbeobachtungen mit Rücksicht auf die Mondfluth untersucht und gefunden, daß letztere nur 0·0556^{mm} betrage, also praktisch ganz verschwindend sei. Zu einem ähnlichen Resultate gelangte Bouvard als er 8940 Beobachtungen untersuchte; er fand die Größe der atmosphärischen Mondfluth zu 0·01763 Millimeter. Zu einem nahe gleichen (negativen) Ergeb-

nisse kam auch Eisenlohr. Inzwischen hat Sabine aus den Beobachtungen auf dem Observatorium der Insel St. Helena, also aus einer Region des Erdballes, in welcher die meteorologischen Erscheinungen sämmtlich in einer größern Regelmäßigkeit auftreten und dadurch die Erkenntniß gesetzmäßiger Zustände wesentlich erleichtern, Resultate abgeleitet, welche einen deutlichen Einfluß des Mondes auf den Luftdruck zeigen. Hiernach hat man folgende Tabelle:

Zeit bis zum Meridiandurchgange des Mondes:	Einfluß auf den Luftdruck in Pariser Linien:
0 Stunden	0·041
1 „	0·039
2 „	0·032
3 „	0·018
4 „	0·014
5 „	0·004
6 „	0·000

Im Mittel aus den stündlichen Beobachtungen, welche in den Jahren 1866—68 zu Batavia angestellt worden, fand Bergsma eine deutlich wahrnehmbare Mondfluth. Rechnet man die Stunden vom Durchgange des Mondes durch den Meridian an, so ergibt sich Folgendes:

	Mondstunde	Barometerbetrag	
1 Maximum (atm. Fluth)	1·0h	+ 0·07	Millim.
1 Minimum (atm. Ebbe)	7·1	— 0·04	„
2 Maximum (atm. Fluth)	12·7	+ 0·05	„
2 Minimum (atm. Ebbe)	18·6	— 0·06	„

[illegible]

[illegible]	755·01 Millim.
[illegible]	754·79
[illegible]	754·85
[illegible]	756·19
[illegible]	756·23
[illegible]	755·87

[illegible] 7281 Beob [illegible] 755·46 Millimeter. Flaugergues sch [illegible] Untersuchungen, daß die Mondphasen ein [illegible] Einfluß auf die G [illegible] Streintz hat indeß ne [illegible] daß, wenn man die herausgebrachten [illegible] strengen mathematischen Untersuchung n [illegible] Wahrscheinlichkeitsrechnung unterwir [illegible] dann ein Einfluß des Mondes sich nicht allein g [illegible] nachweisen läßt, sondern die Ergebnisse der Beobach [illegible] einem solchen geradezu widersprechen.

Nach einer Zusammenstellung der Barometerb [illegible] tungen zu Karlsruhe, Paris, Straßburg und L

würde an den ersteren drei Orten der höchste Barometerstand auf das letzte Viertel, in London dagegen auf das erste Viertel fallen. Um zu möglichst zuverlässigen Resultaten zu gelangen, hat Streintz die während zwanzig Jahren (1848—67) zweistündlich in Greenwich angestellten Barometerbeobachtungen genau untersucht. In der folgenden Tabelle sind die Mittelwerthe angegeben, wie sie sich an den jedem Octanten zugehörigen drei Tagen während der zwanzig Jahre aufgezeichnet fanden. Jede Zahl ist auf diese Weise das Mittel aus 739 bis 742 Tagen. In der zweiten Columne sind die Differenzen vom allgemeinen Mittelwerthe aus 5920 Tagen angegeben. Dieser Mittelwerth ist 29·784341 engl. Zoll.

Phase	Barometermittel engl. Zoll	Differenz
Neumond	29·76869	— 0·01565
I. Octant	29·78376	— 0·00058
I. Quadrant	29·80236	+ 0·01802
II. Octant	29·78551	+ 0·00117
Vollmond	29·76899	— 0·01535
III. Octant	29·76424	— 0·02010
II. Quadrant	29·78557	+ 0·00123
IV. Octant	29·81411	+ 0·02977

Wie man aus dem Zeichenwechsel ersieht, scheinen die Schwankungen ganz regelmäßig zu sein, aber sie sind in keiner Uebereinstimmung mit den Resultaten, welche Flaugergues erhalten. Indem nun Streintz die mathematische Analysis auf die herausgebrachten Resultate anwendet, findet er, daß für die Greenwicher Baro-

meterbeobachtungen als Grenzen des wahrscheinlichen Fehlers die Zahlen

29·80212
29·76656

anzunehmen sind. Damit ändert sich sofort die ganze Schlußfolgerung bezüglich des Mondeinflusses; denn wenn man die oben angegebenen acht Werthe für die einzelnen Phasen hiermit vergleicht, so findet sich, daß fünf von ihnen ganz innerhalb dieser Grenzen liegen; drei fallen allerdings außerhalb derselben, aber keine einzige dieser Abweichungen erreicht das Doppelte des wahrscheinlichen Fehlers. Man muß daher mit Streintz schließen, daß die Abweichungen durchaus von einer Größe sind, als wären die Beobachtungen alle durch ein Spiel des Zufalls in solcher Weise zusammengestellt worden.

Mädler hat seine eignen von 1820 bis 1836 zu Berlin angestellten meteorologischen Beobachtungen mit Rücksicht auf einen etwaigen Einfluß des Mondes auf Barometer und Thermometer untersucht. Er unterschied hierbei den etwaigen Einfluß den die verschiedene Entfernung des Mondes ausüben könnte, von dem etwaigen Einflusse der verschiedenen Phasen. Folgendes sind die Ergebnisse, welche Mädler bezüglich des Einflusses der verschiedenen Entfernungen des Mondes erhielt.

	Barometer	Thermometer
Tag vor dem Apogäum	336‴·625	+ 7·36°
Apogäum	830	7·43
Tag nach dem Apogäum	864	7·62

	Barometer	Thermometer
Tag vor dem Perigäum	336‴·527	7·10°
Perigäum	601	6·87
Tag nach dem Perigäum	581	7·27

Aus diesen Ergebnissen würde folgen, daß der Mond in dem Maße druckerhöhend auf das Quecksilber wirke, als er sich von der Erde entfernt und in gleicher Weise dann auch das Thermometer stiege, was an sich wenig wahrscheinlich ist. Den Einfluß der Phasen auf Thermometer und Barometer hat Mädler ebenfalls genauer untersucht. Zu diesem Zwecke stellte er für jeden einzelnen Tag des Mondmonats die Mittelwerthe für den Barometerdruck zusammen und berechnete aus den Abweichungen ihre wahrscheinliche Unsicherheit. Das Gleiche ward für die Thermometerbeobachtungen durchgeführt. Mädler glaubt auf diese Weise einen wirklichen Mondeinfluß nachgewiesen zu haben.

Bestünde, sagt er, gar kein Einfluß des Mondes, so müßten die Unsicherheiten beiläufig den Abweichungen vom Mittel gleich sein.

Die Unterschiede übersteigen indeß ihre Unsicherheit beträchtlich, und wie Mädler meint um mehr, als daß sie in einer längern Beobachtungsreihe als Zufälligkeiten betrachtet werden könnten; doch gesteht derselbe Astronom zu, daß es noch sehr lange fortgesetzter Beobachtungen bedürfe, um in den Veränderungen die Form eines bestimmten Naturgesetzes zu erkennen. In unseren Breiten sind die nicht periodischen Schwankungen des Barometers

(und Thermometers) so bedeutend, daß häufig die tägliche Periode dadurch ganz maskirt wird. In den Tropen findet dies in weit geringerm Grade statt. Deshalb untersuchte Mädler eine Reihe einjähriger Barometerbeobachtungen von Trentepohl und Chenon zu Christiansburg in Guinea unter 5½° N. Br. Nach Elimination der Jahresperiode der Sonne fanden sich aus den 7210 Beobachtungen folgende Werthe:

1. Einfluß der Phasen.

3 T. vor	336·764‴		3 T. vor	336·641	
2 „	765		2 „	650	
1 „	743		1 „	640	
Erstes Viertel	737	336·714	Letztes Viertel	677	336·688
1 T. nach	662		1 T. nach	654	
2 „	655		2 „	678	
3 „	659		3 „	694	
3 T. vor	336·604		3 T. vor	336·741	
2 „	622		2 „	750	
1 „	650		1 „	740	
Vollmond	668	336·627	Neumond	777	336·734
1 T. nach	640		1 T. nach	754	
2 „	583		2 „	698	
3 „	623		3 „	694	

2. Einfluß der Declinationen.

☊	1 T.	336·669‴	336·667		7 T.	336·578‴	336·579
	2 „	660		Max.	8 „	555	
	3 „	671			9 „	603	
	4 „	621	336·591		10 „	775	336·772
	5 „	593			11 „	740	
	6 „	559			12 „	801	

13 T.	336·830‴	336·726	22 T.	636·689‴	336·718
14 „	700		23 „	720	
☋ 15 „	647		24 „	744	
16 „	717	336·722	25 „	743	336·714
17 „	844		26 „	725	
18 „	786		27. 28 „	676	
19 „	747	336·782			
20 „	819				
Min. 21 „	781				

Die Differenzen sind, wie man sieht, sehr gering und der Einfluß des Mondes bleibt auch hier problematisch. Als Mädler aus derselben Beobachtungsreihe den Einfluß der verschiedenen Entfernungen des Mondes auf den Barometerdruck bestimmte, erhielt er folgende Werthe

	Barometerstand
2 Tage vor	336·749‴
1 Tag vor	736
Apogäum	736
1 Tag nach	703
2 Tage nach	712
2 Tage vor	662
1 Tag vor	683
Perigäum	686
1 Tag nach	660
2 Tage nach	672

Neumayer kommt bei Untersuchung der 43500 stündlichen Barometerbeobachtungen in Melbourne zu dem Resultate einer entschiedenen Einwirkung des Mondes.

Die Unterschiede zwischen dem höchsten und niedrigsten Luftdrucke zeigen ein Maximum zur Zeit des Perigäums, nur in den Wintermonaten der südlichen Halbkugel ergibt sich ein entgegengesetztes Verhalten. Folgende Tabelle enthält die mittleren Abweichungen für die vier bisher berechneten Stationen; man erkennt aus derselben die rasche Abnahme der Abweichungsamplitude mit wachsender Breite.

Ort	geogr. Breite	mittl. Abweichung in engl. Zollen
Singapore	1° 19′ N.	0·002621
S. Helena	15 57 S.	0·001843
Melbourne	37 49 S.	0·000631
Prag	50 8 N.	0·000396

Sehr viele Untersuchungen sind angestellt worden, um einen etwaigen Einfluß des Mondes auf die Regenmenge nachzuweisen. Schübler zog aus seinen Beobachtungen den Schluß, daß die geringste Regenquantität um das letzte Viertel herum falle, der meiste Regen dagegen im zweiten Octanten statthabe. Fulbrook hat die Regenmengen, welche während 200 Mondumläufen beobachtet wurden, zusammengestellt. Hiernach fielen während 500 Tagen zwischen dem 3. bis 7. Tage der Mondperiode bei größter südlicher Breite 47·60 engl. Zoll Regen; während desselben Zeitraumes, als sich der Mond nördlich von der Ekliptik befand, fielen nur 26·42 engl. Zoll.

Streintz hat siebenundzwanzigjährige Beobachtungen zu Greenwich über die gefallenen Regenmengen mit Rück-

sicht auf den etwaigen Einfluß des Mondes untersucht. In der folgenden Tabelle geben die Zahlen der ersten Columne das Jahresmittel an, d. h. diejenige Regenmenge, wie sie innerhalb eines Jahres während aller zu einem Octanten gehörenden 3 Tagen vorgekommen wäre, wenn jährlich gleich viel Regen gefallen sein würde. Die mittlere Regenmenge eines Jahres während eines ganzen Mondumlaufes, also die Summe der acht angegebenen Zahlen, ist 18·37 engl. Zoll. Diese Zahl durch 8 dividirt gibt den mittlern Werth für die acht in der Tabelle stehenden Zahlen. Dieses Mittel ist 2·296 und von diesem Mittelwerthe enthält die zweite Zahlencolumne die Abweichungen.

Phase	Regenmenge	Abweichung
Neumond	2·297	+ 0·001
I. Octant	2·294	— 0·002
I. Quadrant	2·307	+ 0·011
II. Octant	2·361	+ 0·065
Vollmond	2·237	— 0·059
III. Octant	2·370	+ 0·074
II. Quadrant	2·230	— 0·066
IV. Octant	2·214	— 0·082

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß im 3. Octanten am meisten und im IV. Octanten am wenigsten Regen fiel, was mit Schübler's Resultaten nicht übereinstimmt, auch gibt sich weder Symmetrie, noch Regelmäßigkeit zu erkennen und die mathematische Untersuchung zeigt, daß die Abweichungen als rein zufällige betrachtet werden müssen.

In ähnlicher Weise hat sich auch ergeben, daß ein merklicher Einfluß des Mondes auf die Windrichtung und den Grad der Bewölkung des Himmels nicht existirt. Man darf daher dreist behaupten, daß der Mond die Meteoration unserer Atmosphäre nicht in irgendwie bemerklichem Maße beeinflußt.

Ein deutlicher Einfluß des Mondes offenbart sich dagegen in den magnetischen Verhältnissen der Erde. Schon 1839 hat Kreil nachgewiesen, daß zwischen den magnetischen Schwankungen und dem Mondlaufe ein Zusammenhang bestehe, und später hat Sabine gezeigt, daß die Declinationsnadel unter dem Einflusse des Mondes Bewegungen vollführt die zwei tägliche Maxima und Minima besitzen. Dasselbe Resultat erhielt 1864 Lamont. Auch in den Aenderungen der magnetischen Inclination zeigt sich ein analoger Gang. Bezüglich der Intensität des Erdmagnetismus, hat endlich Hansteen gefunden, daß sie eine neunzehnjährige Periode zeigt, die wahrscheinlich mit der Bewegung der Mondknoten in Beziehung steht. Der Einfluß des Mondes auf die Häufigkeit der Erdbeben ist zuerst von Perrey hervorgehoben und später von Falb genauer untersucht worden, doch scheint mir der Gegenstand noch nicht spruchreif zu sein.

Schließlich verbliebe noch einen raschen Blick auf die Erscheinungen der Mondfinsternisse zu werfen. Dieselben werden, wie heute jedes Kind weiß, dadurch hervorgerufen, daß der Mond, wenn er sich der Ebene der

Ekliptik zur Zeit der Opposition bis zu einem gewissen Grade nähert, eine gewisse Zeit hiedurch in den Schatten der Erde taucht und dadurch verdunkelt wird. Insoferne indeß der Mond hiebei eine lediglich passive Rolle spielt, gehört ein näheres Eingehen auf die alsdann auftretenden Erscheinungen ebenso wenig hierher als die specielle Behandlung der ungleich wichtigeren und für bestimmte Erdorte weitaus seltneren Sonnenfinsternisse.

Sternhaufen und Nebelflecke.



I.

Die Durchforschung der entlegenen Regionen des unermeßlichen Weltraumes, weit jenseits der Gränzen unsers Sonnensystems, hat unsern Einblick in die reiche Mannigfaltigkeit der Gebilde des Weltalls wundervoll erweitert. Diese Ausdehnung unsers Gesichts- und Ideenkreises ist wesentlich eine Errungenschaft der neuern Zeit; sie beginnt mit dem Auftreten des genialen William Herschel, des größten astronomischen Entdeckers aller Jahrhunderte. Mit mächtigen, selbst verfertigten Sehwerkzeugen und geleitet von großen Ideen über die Anordnungen im Baue der Welt, drang dieser unermüdliche Forscher ein in Regionen des Sternenraumes, die sich bis dahin den Blicken aller Sterblichen verschlossen hatten; er hat zuerst das Senkblei in die Tiefen der Himmelsräume geworfen und das unergründlich Scheinende ergründet.

Hauptsächlich sind es zwei verschiedene Klassen von Gebilden, die uns in den Regionen der Fixsternräume begegnen, nämlich Sternhaufen und Nebelflecke.

Die Sternhaufen gehören zu den prachtvollsten Erscheinungen, welche bei der teleskopischen Untersuchung des Himmelsgewölbes hervortreten, ja William Herschel nennt sie geradezu die prächtigsten Gegenstände, die man am Himmel wahrnehmen könne.

Die genauere Beobachtung und Untersuchung der Sternhaufen und Sternschwärme beginnt, abgesehen von Messier's fleißiger, aber von zu beschränkten Hülfsmitteln behinderter Arbeit. mit William Herschel. In seiner dritten Abhandlung von 1789 beschäftigt er sich zum ersten Male ausführlicher mit dem Gegenstande. Nachdem er auf das von ihm gegebene Verzeichniß von Oertern des Himmels, „wo Sonnen sich in besondere Systeme zusammengezogen haben", verwiesen, bemerkt der große Mann, daß wir durch die Vergleichung zahlreicher Sterngruppen mit einander hoffen dürfen, „den Operationen der natürlichen Ursachen, so weit als sich ihre Wirksamkeit bemerken läßt, nachzuspüren." Warum, sagt er, sollten unsere Nachforschungen beschränkter sein, als die des Naturphilosophen, der oft aus einer unbeträchtlichen Anzahl von Exemplaren einer Pflanze oder eines Thieres sich in den Stand gesetzt sieht, uns mit der Geschichte des Ursprungs, des Fortgangs und des Verfalls derselben zu beschenken?

Herschel geht nun zu einer genauern Betrachtung der beobachteten Formen über. Er beginnt mit der einfachsten, der Kugelgestalt. Sie ist, wie er nachträglich hervorhebt, auch diejenige, welche sich in den Sternschwärmen am häufigsten zeigt. Nachdem er nachgewiesen,

daß wir in den Sternhaufen wirkliche, organisch verbundene Systeme und nicht zufällige optische Anhäufungen von Sternen vor uns haben, stellt er als ein bei Bildung der Sternhaufen geltendes Gesetz die Behauptung auf, daß die zu einer und derselben Gruppe gehörenden Sterne durchschnittlich von nahe gleicher Größe (Leuchtkraft) seien. Den Beweis führt er in der Weise, daß er sich auf die nahezu gleiche scheinbare Helligkeit und die außerordentliche Entfernung der Sterne, welche zu einem Schwarme gehören, stützt. Gegenwärtig können wir indeß diesem Satze nicht mehr ganz beipflichten; denn es hat sich ergeben, daß in den Sternhaufen nicht selten Sterne der verschiedensten Helligkeit sichtbar sind.

Zutreffender ist der zweite Satz den der berühmte Erforscher des Himmels aufstellte und wonach die kugelförmigen Sternhaufen gegen den Mittelpunkt hin mehr verdichtet sind als gegen die Oberfläche. Allerdings kommen auch hiervon einzelne Abweichungen vor, allein in den überwiegend meisten Fällen kann der Beobachter sich nicht des Eindrucks erwehren, daß die Sterne eines Schwarmes gegen den Mittelpunkt hin weit gedrängter stehen, als in den äußeren Theilen der Gruppe. Herschel sucht nun zu erklären, warum diese reichere Andrängung gegen den Mittelpunkt hin stattfinde. „Wären wir," ruft er aus, „nicht bereits mit der Anziehungskraft bekannt, so würde diese stufenweise Verdichtung durch die merkwürdige Stellung der nach einem Mittelpunkte hinstrebenden Sterne eine solche Centralkraft andeuten." Selbst bei den nicht kugelförmigen, sondern mehr oder

9*

weniger gedehnten Sternhaufen läßt sich nach William Herschel deutlich ein Streben oder eine Hinneigung zur Kugelform daran erkennen, daß die Dimensionen in dem Maße, als man den lichteren Stellen sich nähert, gewissermaßen anschwellen.

Wir sehen nach William Herschel's Ausdrucke in den sphärischen Haufen die Sterne in verschiedenen Sortirungen. Da aber jede Kraft, die ununterbrochen fortwirkt, Resultate im Verhältnisse der Zeitdauer ihrer Wirkung hervorbringen muß, und da ferner die sphärische Gestalt des Sternhaufen von Centralkräften herrührt, so folgt nach Herschel, daß jene Sternhaufen, welche ceteris paribus am vollkommensten diese Figur zeigen, auch am längsten der Wirkung dieser Ursachen ausgesetzt gewesen sein müssen. „Dieses wird uns," fährt er fort, „verschiedene Gesichtspunkte verstatten. Nehmen wir beispielsweise an, daß 5000 Sterne einmal in einer gewissen zerstreuten Lage gewesen wären, so wird, glauben wir, derjenige von den zwei Sternhaufen, welcher der bildenden Kraft am längsten ausgesetzt gewesen ist, auch am meisten verdichtet und der Vollendung seiner Gestalt näher gebracht sein. Eine sofortige Folge dieser Betrachtung ist, daß wir in den Stand gesetzt sind, über das Verhältniß des Alters, der Reihe oder der Stufenordnung eines Sternsystems aus der Stellung seiner Bestandtheile zu urtheilen."

In dieser ganzen Darstellung nimmt Herschel die einzelnen Sterne als gegeben an und bemüht sich bloß, ihre Ansammlung zu Haufen nachzuweisen. Dies ist

auch sein Standpunkt in der großen Abhandlung von 1814 „Ueber den sternigen Theil des Himmels in seinem Zusammenhange mit dem nebeligen.“ Er sagt hier bei Besprechung des großen Sternhaufens in der Constellation des Schiffes: „Derselbe entstand vielleicht dadurch, daß mehrere Sterne in derselben Ebene lagen; die anhäufende Kraft zog sie gegen einen Mittelpunkt.“ Bei einem Sternhaufen in den Zwillingen erkennt er in der zunehmenden Gedrängtheit der Sterne den Sitz der Kraft im Mittelpunkte; nach dem Umrisse — sagt er — können wir diesen Sternhaufen als in einem schon weit fortgeschrittenen Zustande der Isolirung befindlich ansehen, und aus diesen Umständen weiter schließen, daß derselbe bereits lange dem Einflusse der haufenbildenden Kraft ausgesetzt ist. Die haufenbildende Kraft, der Herschel die Entstehung der Sternhaufen zuschreibt, und die nichts anderes als die allgemeine Anziehung ist, erklärt nach ihm auch hinlänglich die verschiedene Dichte der Milchstraße an Sternen, das Aufbrechen dieses großen Himmelsgürtels, daß er bereits an mehreren Punkten zu erkennen glaubte. „Da die Sterne der Milchstraße,“ sagt er, „beständig der Wirkung einer Kraft ausgesetzt sind, die sie unwiderstehlich in Gruppen zusammenzieht, so können wir überzeugt sein, daß von dem Zustande bloßer Annäherung zu Haufen sie stufenweise immer mehr durch fortschreitende Zustände von Anhäufung zusammengedrängt werden, bis sie dahin gelangen, was wir die Periode der Reife nennen können, der kugeligen Gestalt und der gänzlichen Isolirung.“

In der neunten Abhandlung von 1818 beschäftigt sich Herschel mit der Ermittelung der Entfernungen, in welchen sich die kugelförmigen und anderen Sternhaufen befinden. Er stützt sich hierbei zunächst auf seine bereits 1799 veröffentlichte „Untersuchung über die raumdurchdringende Kraft der Teleskope“, in welcher er festgestellt hatte, wie vielmal weiter ein solches Instrument von gegebener Größe des Spiegels in den Raum eindringen und Sterne zu zeigen vermag, als das bloße Auge. Letzteres dringt in normalem Zustande, nach Herschel, bis zur zwölffachen Distanz der Sterne erster Größe in den Raum vor. Die raumdurchdringende Kraft des siebenfüßigen Reflectors wurde von Herschel als 20 1/4 mal, jene des 20füßigen als 75mal und jene des 40füßigen als 191 1/7 mal größer wie die des normalen Auges berechnet. Durch Beschränkung der Oeffnung (des Teleskopspiegels) konnte er je nach Bedürfniß verschieden tief in den Raum vordringen und hierdurch die Entfernung der nach und nach sichtbar werdenden Gegenstände bestimmen.

Diese geniale Methode Herschel's gestattet eine annäherungsweise Schätzung der Entfernungen, in welchen sich die Sternhaufen und einzelnen Sterne befinden. Wenn nämlich ein Sternhaufen im 20füßigen Teleskope einen Sternhaufen deutlich auflöst, so ist dessen Entfernung 75 × 12 Sternweiten oder, da eine Sternweite rund zu 20 Billionen Meilen angesetzt wird, gleich 18.000 Billionen Meilen. Selbstredend kann es sich hier nur um eine Annäherung an die Wahrheit handeln, auch

ist es für unser sinnliches Erfassen ganz gleichgiltig, ob ein Stern 18.000 oder 10.000 oder 100.000 Billionen Meilen von uns entfernt ist. Die näherungsweisen Entfernungen, zu welchen Herschel gelangte, dienen aber immer dazu, unsere Vorstellungen von den Bauverhältnissen des Sternhimmels zu präcisiren. Uebrigens sind die von Herschel erhaltenen Entfernungen wie Struve nachgewiesen hat, beträchtlich zu groß. Das Fernrohr dringt nämlich bei weitem nicht so tief in den Raum ein, als Herschel glaubte, und zwar deshalb nicht, weil der Weltraum keineswegs leer, sondern mit einer feinen Materie, dem Aether, angefüllt ist. Dieser Aether aber schwächt den hindurchgehenden Lichtstrahl, wenn es sich um sehr große Räume handelt, beträchtlich und das Fernrohr zeigt deshalb viele Sterne nicht mehr, die es sonst noch erreichen würde. Die entferntesten Sternhaufen, welche Herschel auf ihre Distanz untersucht hat, stehen hiernach in Abständen von uns, die 5000 bis 6000 Billionen Meilen nicht überschreiten.

In Entfernungen von gleicher Ordnung befinden sich aber auch isolirte Sterne, welche wir als integrirende Theile desjenigen Fixsternverbandes ansehen müssen, zu dem auch unsere Sonne gehört, und wir müssen deßhalb schließen, daß eine große Anzahl der Sternhaufen zu unserm Systeme gehört und nicht etwa diesem als gleichberechtigte Systeme coordinirt ist. Viele mögen allerdings unser Sternsystem, das seinerseits nichts anderes als ein ungeheurer Sternhaufen ist, in größeren Distanzen außer-

halb stehend, begleiten, aber, so weit wir heute zu beurtheilen vermögen, erreicht keiner derselben dieses an Größe.

Versucht man sich über die optische Ausstreuung der Sternhaufen an der Himmelsdecke klar zu werden, indem man ihre Oerter auf einer Himmelskarte oder einem Globus bezeichnet, so erkennt man, daß sie im Allgemeinen weniger vereinzelt, sondern mehr lagerweise und in der Nähe der Milchstraße auftreten. Der größte, auf verhältnißmäßig engem Raume zusammengedrängte Reichthum findet sich nach Sir John Herschel am südlichen Himmel, zwischen der südlichen Krone, dem Schützen, dem Schwanze des Skorpions und dem Altare.

Sobald die Entfernung eines Sternhaufens bekannt ist und man seine scheinbare Größe, so wie die Anzahl der in ihm sichtbaren Sterne kennt, ist es möglich, seine wahre Größe und die durchschnittliche Distanz der Sterne, welche ihn bilden, zu berechnen. Wenn es nun auch gegenwärtig unmöglich ist, genaue Zahlenwerthe für die Entfernungen der Sternhaufen zu geben, so reicht das, was wir in dieser Beziehung wissen, doch immerhin aus, werthvolle Schlüsse über die Größen dieser Weltsysteme und die durchschnittliche Entfernung der sie bildenden Sonnen von einander zu ziehen. Einige Beispiele werden in dieser Beziehung genügen.

Nebel im Haare der Berenice. Da er in 734facher Siriusweite unter einem Winkel von 10′ erscheint, so ist sein wahrer Durchmesser mehr als doppelte Sternweite. Weil noch Nebliches in ihm erscheint, so sind die

Sterne sehr gedrängt; rechnet man ihre Distanz auf dem Durchmesser zu 10″, so liegen in demselben 60 Sterne, und der Sternhaufen ist eine Kugel, deren Radius Siriusweite und die 113.000 Sterne oder Sonnen enthält. In unserm Sternsysteme ist dieser ungeheure Raum bloß von einer Sonne erfüllt.

Der Sternhaufen im Schlangenträger und jener zwischen dem Schützen und Kopfe des Steinbocks haben, in derselben Entfernung, nur etwa 2′ scheinbaren Durchmesser, der wahre ist also noch nicht einmal die Hälfte einer Siriusweite.

Der Durchmesser des Sternhaufens bei ω in den Zwillingen erreicht kaum $^9/_{10}$ Siriusweite. Der schöne Sternhaufen bei d im Perseus hat einen Durchmesser, der eine Siriusweite etwas übertrifft. Jener im Schiff ist dagegen kaum $^1/_3$ so groß und bei 10″ scheinbarer Distanz seiner Sterne beträgt ihr wirklicher Abstand $^1/_{12}$ Siriusweite.

Der Sternhaufen im Haupte des Wassermannes hat einen wahren Durchmesser von $^2/_5$ einer Siriusweite; bei 10″ scheinbarer Distanz seiner Sterne ist deren wahrer durchschnittlicher Abstand von einander $^1/_{90}$ Siriusweite oder etwa 200.000 Millionen Meilen. Bei vielen anderen Sternhaufen ergibt sich in gleicher Weise, daß der mittlere Abstand ihrer Sterne von einander nur $^1/_{20}$ oder $^1/_{30}$ Sternweite beträgt, wobei wohl zu beachten ist, daß diese Distanzen nach den Entfernungen berechnet sind, welche Herschel den Sternhaufen beilegte. So

viel ist jedenfalls sicher, daß in den Sternhaufen die einzelnen Sterne einander weit näher stehen als in unserm Sternsysteme, und wir müssen daraus schließen, daß dies nicht zufällig ist, sondern auf einer innern Nothwendigkeit beruht. An der Hand der Herschel'schen Vorstellungen würden wir darin das Resultat der fortwährend thätigen Attraction zu erkennen haben, welche die einzelnen Glieder der Sternhaufen näher und näher zusammenzieht und endlich aufeinander treiben muß. Diese Vorstellung ist großartig, aber sie gibt von der ersten Entstehung der Haufen keine Rechenschaft. Denn gegenüber der Zahl und regelmäßigen Anordnung der Sterne in manchen Sternhaufen ist es offenbar ganz unzulässig, annehmen zu wollen, diese Sternenschwärme seien aus den zufällig nahe bei einander stehenden Sonnen entstanden. Eine solche Annahme verlegt bloß die Schwierigkeit weiter rückwärts, hebt sie aber nicht. Auch Laplace's System der Entstehung unsers Sonnensystems ist nicht im Stande, über den Ursprung der Sternhaufen Rechenschaft zu geben, und wir müssen gestehen, daß wir hierüber zur Zeit ganz unwissend sind.

Das größte Interesse für die Gegenwart und Zukunft bietet unzweifelhaft die genaue Aufnahme, die Bestimmung der gegenseitigen Lage und Distanz der Sterne in den hierzu geeigneten Sternhaufen. Lamont ist der Erste gewesen, der in den Jahren 1836 und 1837 eine derartige Arbeit unternahm, indem er einen großen Sternhaufen im Perseus genau vermaß. Derselbe

besteht aus etwa 100 Sternen von der 8. Größe an bis zu den kleinsten Lichtpunkten, die noch in dem achtzehnfüßigen Refractor der Sternwarte zu Bogenhausen bei München erkannt werden können. Der Sternhaufen im Sobieski'schen Schilde ist ebenfalls von Lamont vermessen worden. Seine Zeichnung stellt in einer Ausdehnung von etwa 4 Minuten im Quadrat 128 Sterne dar. Später hat Lamont diese Untersuchungen leider aufgeben müssen, da sie zu viel Zeit in Anspruch nahmen und bei den dichten Sternhaufen ganz unausführbar erschienen, indem es unmöglich war, bestimmte Anhaltspunkte zu merken und dieselben wiederzuerkennen. Der Sternhaufen bei h im Perseus ist in den Jahren 1860 und 1862 von Professor Krüger, damals Astronom in Bonn, vermessen worden. Dieser Beobachter hat 43 der hauptsächlichsten Sterne des Schwarmes nach ihrer gegenseitigen Lage genau bestimmt und in eine Karte eingetragen.

Der dritte große Sternhaufen im Bilde des Perseus ist ebenfalls genau vermessen worden und ebenso ein Sternhaufen in der Constellation des Fuchses.

Diese Messungen werden der mehr oder weniger entfernten Zukunft die Mittel an die Hand geben, zu entscheiden, ob und welche Veränderungen in jenen Sternhaufen stattgefunden haben und welches die speciellen dynamischen Beziehungen sind, in denen die einzelnen Componenten der betreffenden Sternschwärme zu einander stehen.

Nach dem dermaligen Zustande unsers Wissens ist es schwer, sich vorzustellen, wie eine so große Anzahl von Sonnen, als mancher Sternhaufen besitzt, bei bedeutender Nähe derselben untereinander, ungestört ein ganzes System von dauerndem Bestande bilden können. Oder ist es vielleicht überhaupt eine Chimäre, von dauerndem Bestande der Sternschwärme zu sprechen? Nach den Vorstellungen des ältern Herschel sind die Sternhaufen allerdings nur Uebergangsstadien, indem die Haufen bildende Kraft benachbarte Sterne mehr und mehr zusammenzieht und schließlich in allgemeinem Herabsturze mit einander vereinigen wird. Die Lehre von der Umsetzung der Kraft zeigt, daß bei einem solchen Zusammenpralle die einzelnen Massen in ein Stadium der Gluth gerathen müssen, in welchem sie vergasen. Wir hätten dann also einen Nebelfleck vor uns, und der alte Kreislauf könnte aufs Neue, wenn auch mit verminderter Energie, beginnen.

Je näher ein Sternhaufen sich bei unserer Sonne befindet, um so weiter müssen unter übrigens gleichen Umständen die Sterne, aus denen er besteht, von einander entfernt scheinen. Die bekannten Plejaden im Stiere sicherlich nichts anderes als ein Sternhaufen, der uns verhältnißmäßig sehr nahe steht. Das Gleiche gilt von den Hyaden, die, mit Ausnahme der Sterne α, o^1 und 75, sämmtlich eine nach Ost gerichtete Bewegung von etwa 0,1″ pro Jahr besitzen. Die Krippe im Krebse ist ebenfalls ein Sternhaufen, wenngleich nur einer der kleineren. Es lassen sich auch Umstände denken, unter

welchen wir den Zusammenhang der einzelnen Partialglieder eines Sternhaufens nicht sofort durch den bloßen Anblick erkennen können. Das würde z. B. bei sehr großer Nähe eines solchen Weltsystems der Fall sein. In diesem Falle kann nur die übereinstimmende Richtung der Eigenbewegung uns den physischen Zusammenhang offenbaren. Die Beobachtungen deuten in der That in manchen Regionen des Himmels einen solchen Connex zwischen Sternen an, die optisch um viele Grade von einander entfernt stehen. Es findet dies z. B. für die Hauptsterne des großen Bären statt, und vielleicht auch für eine Menge anderer in deren Nähe. Die Eigenbewegung beträgt hier etwa 10 bis 15 Secunden im Jahrhundert und ist eine nach Osten gerichtete. Etwas ähnliches sehen wir in dem so sternreichen Bilde des Orion, dort aber ist die Bewegung eine westliche. Auch die Resultate der auf die Fixsternwelt angewandten Spectralanalyse deuten hier auf Verbindungen höherer Ordnung, die dem unmittelbaren Anblicke entgehen. Secchi's umfassende Untersuchungen haben ergeben, daß in gewissen Regionen des Himmels gewisse Sterntypen ausschließlich vorherrschen. So findet man z. B. im Sternbilde des Orion hauptsächlich Sterne des ersten Typus (wohin die weißen und blauen Sterne mit Spectren ohne intensive Absorptionsbanden gehören), so daß sie gewissermaßen eine Familie für sich bilden. Ebenso zeigen sich im Löwen, dem Stiere, dem großen Bären, der Leyer, in den Plejaden, hauptsächlich Sterne des ersten Typus, während in den Sternbildern des Walfisch, des Eridanus

der Hydra, vorwiegend Sterne des dritten Typus (von röthlicher Farbe, mit breiten säulenartigen Absorptionsbanden im Spectrum) gefunden werden. Es kann dies nicht dem Zufalle zugeschrieben werden, sondern hier deutet in Wahrheit der Chor auf ein geheimes Gesetz, d. h. es findet ein näherer Zusammenhang statt, ein physischer Connex.

II.

Von den Sternhaufen wenden wir uns zu den Nebelflecken, jenen bleichen verwaschenen, oft sehr phantastisch geformten, Duft ähnlichen Gebilden, die nur in den kraftvollsten Teleskopen genauer erkannt werden können.

Den ersten eigentlichen Nebelflecken entdeckte Simon Marius mit dem eben erfundenen Fernrohre. Es ist der langgestreckte, spindelförmige Nebel im Sternbilde der Andromeda, der übrigens schon einem scharfen Auge ohne Fernrohr sichtbar ist. Fast ein halbes Jahrhundert später beschrieb Huggins den merkwürdigsten aller heute bekannten Nebelflecke, jenen großen und unregelmäßigen Nebel im Orion.

Noch mehrere Entdeckungen von Nebelflecken folgten, aber sie waren alle nur zufällig, Niemand dachte daran, diesen merkwürdigen Weltkörpern eine speciellere Aufmerksamkeit zu widmen. Erst im Jahre 1764 begann der französische Astronom Messier, der durch seine zahlreichen Kometenentdeckungen bekannt ist, ein re-

mäßiges Aufsuchen der Nebelflecke. Sein Fernrohr war für die damalige Zeit gut genug, aber zur Beobachtung von Nebelflecken erscheint es doch außerordentlich lichtschwach. Dennoch fand Messier nicht weniger als 61 neue Nebel und bestimmte ihren Ort am Himmel.

Im Jahre 1779 begann endlich William Herschel sich mit dem Gegenstande zu beschäftigen. Die von ihm selbst verfertigten Spiegelteleskope waren von so bedeutender optischer Kraft, daß er in einem Zeitraume von wenigen Jahren viele hundert neue Nebelflecke und Sternhaufen auffand. Manches Object, welches die früheren Beobachter für einen Nebelfleck gehalten hatten, zeigte sich in seinen Teleskopen als ein Schwarm von Sternen, als ein wahrer Sternhaufen. Im Ganzen hat William Herschel 2303 Nebelflecke und 197 Sternhaufen entdeckt. Später haben sein Sohn Sir John Herschel, Lord Rosse, Lassell, Bond, Schönfeld, Rümker, d'Arrest und andere noch zahlreiche neue Nebel (und Sternhaufen) aufgefunden, so daß man deren Gesammtzahl heute auf mehr als 5000 veranschlagen darf.

Betrachtet man die Vertheilung der Nebel an der Himmelssphäre, so ergibt sich, daß dieselbe keineswegs eine nahezu gleichförmige ist, wie es der Fall sein müßte, wenn die Nebel zufällig nach allen Richtungen hin durch den Raum zerstreut wären. Es findet sich vielmehr, daß ein deutlich ausgesprochenes Maximum der Häufigkeit zwischen 180 und 200 Grad Rectascension, ein zweites, minder beträchtliches, zwischen 75 und 90 Grad Rectascension, und ein Minimum zwischen 225 und 300 Grad

Rectascension fällt. Diese Vertheilung ist eine äußerst merkwürdige, die durchaus kein Analogon in der Ausstreuung der Fixsterne über die Himmelsdecke besitzt, denn diese letzteren sind nach einem wesentlich abweichenden Plane vertheilt. Die Pole des Himmelsäquators erscheinen merkwürdig arm an Nebeln, dagegen scheint das Maximum der Nebelhäufigkeit dem nördlichen Pole der Milchstraße sehr genähert. Indeß hat sich die früher vielfach verbreitete Idee von einer „Milchstraße der Nebelflecke“ rechtwinkelig zur Milchstraße der Sterne, zu der auch der große William Herschel früh hinneigte, nicht bestätigt. Ueberhaupt räth d'Arrest die Studien über die Vertheilung der Nebelflecke am Himmel noch einige Zeit auszusetzen, bis ein umfangreicheres Material zu Gebote stehe.

Schon 1784 machte Herschel auf das schichtenartige Vorkommen der Nebelflecke aufmerksam. „Ein sehr merkwürdiger Umstand,“ sagte er in seiner ersten Abhandlung, „bei den Nebelflecken und Sternhaufen ist der, daß sie in Schichten geordnet sind, die in großer Erstreckung fortzulaufen scheinen. — Eines von diesen Nebellagern ist so reichhaltig daß, da ich nur einen Theil desselben in der kurzen Zeit von 36 Minuten durchging, ich nicht weniger als 31 Nebelflecke entdeckte, die auf dem prachtvollen blauen Himmel alle deutlich sichtbar waren. Ihre Lage und Gestalt sowohl als Beschaffenheit scheint alle nur erdenkliche Mannichfaltigkeit anzuzeigen. In einer andern Schicht, oder vielleicht in einem andern Arme derselben Schicht, sah ich doppelte und dreifache

Nebelflecke in mannichfaltiger Anordnung: große und kleinere, welche Trabanten zu sein scheinen, schmale, aber sehr ausgedehnte helle Nebelflecke oder glänzende Tüpfel, einige von der Gestalt eines Fächers, der aus einem lichten Punkte, gleich einem elektrischen Büschel herauskommt, andere von kometischem Aussehen mit einem anscheinenden Sterne im Mittelpunkte, oder gleich wolkigen Sternen, umringt von einer nebligen Atmosphäre. Eine andere Gattung wiederum enthielt einen milchigen Nebel gleich jenem wunderbaren Nebelbilde im Orion, wieder andere schimmerten in einer Art matterm, fleckigem Lichte, welches ihre Auflösbarkeit in Sterne verrieth."

Diese Ausführungen offenbaren deutlich die Verwunderung Herschel's über die merkwürdigen Gebilde, denen er auf den ersten Schritten seines Nebelstudiums begegnete, und gleichzeitig enthalten sie die Keime der Anschauungen, die er in der Folge mit unermüdlichem Eifer entwickelte und prüfte. Zwar huldigte der große Beobachter damals noch der Ansicht daß sämmtliche Nebel in Wirklichkeit nichts anderes als Sternhaufen seien, deren ungeheure Entfernung selbst in den kraftvollsten Teleskopen ihre Zerlegung in einzelne Sterne verhindere; allein diese Vermuthungen hielten ihn nicht ab möglichst vorurtheilsfrei und kritisch die Gebilde zu mustern, denen er auf seinen „Sternaichungen durch den Himmel" begegnete. Im Jahre 1785 entwickelte Herschel zuerst seine Ansichten über die Entstehung der Nebelflecke; dieselben sind heute nicht mehr zu [illegible], weil das Princip (nämlich eben die sternartige Natur jener Gebilde), wovon er aus-

ging, unrichtig ist. In derselben Abhandlung wird unser Sternsystem als ein großer abgesonderter Nebelfleck beschrieben, der, so weit Herschel noch herumgekommen sei, deutlich begränzt, ja an den meisten Stellen sehr eng begränzt erscheine. Als Kriterium der Ausdehnung diente die Anzahl der im Gesichtsfelde des Teleskops sichtbaren Sterne; es ist dieß die berühmte Methode des Aichens, wodurch ein Senkblei, eine Sondirlinie gewonnen wurde, die an sehr vielen Stellen weit über die Gränzen unserer Fixsternschicht hinausreichte. In einer Anzahl zusammengesetzter Nebel sah Herschel damals Analoga unserer Milchstraße, ja von einigen derselben glaubte er, daß sie wohl nicht kleiner sein könnten als diese. Mit der Gewissenhaftigkeit welche den großen Forscher stets auszeichnete, und die seinen Arbeiten ihren hauptsächlichsten Werth verleiht, führt er sofort auch die Gründe an, welche ihn bestimmen, jenen Nebelflecken eine so enorme Ausdehnung zu geben. „Es gibt," sagt er, „viele runde Nebelflecken von 5 oder 6 Minuten Durchmesser, deren Sterne ich noch deutlich sehe. Vergleiche ich sie nun mit dem Visionsradius, den ich aus einigen meiner langen Aichungen berechnet habe, so schließe ich aus dem Aussehen der kleinen Sterne in jenen Aichungen, daß die Mittelpunkte dieser runden Nebelflecke 600mal so weit von uns entfernt sind als der Sirius. — Einige von diesen runden Nebelflecken haben andere nahe bei sich, die ihnen an Gestalt, Farbe und Vertheilung der Sterne vollkommen ähnlich, aber im Durchmesser nur halb so groß sind; sie sind in der That so klein, daß sie

die äußerste Anstrengung nicht gesehen werden können. Ich vermuthe, daß diese Miniatur-Nebelflecke doppelt so weit abstehen als die ersten. Ebenso merkwürdig als lehrreich ist der Fall, wo ich in der Nachbarschaft von zwei solchen Nebelflecken einen dritten, ähnlichen, auflösbaren, aber weit kleinern und lichtschwächern antraf. Die Sterne desselben sind kaum noch wahrnehmbar; aber eine Aehnlichkeit an Farbe mit den beiden ersten und die verminderte Größe und Helligkeit desselben berechtigen uns wohl seinen Abstand völlig zweimal so weit als den des zweiten, oder vier- bis fünfmal so weit als den Abstand des ersten hinauszusetzen. Und doch ist der Nebel noch nicht von der milchigen Art, auch ist er nicht gar so schwer in Sterne aufzulösen oder farbenlos. Nun wechselt aber in einigen von den gedehnten Nebelflecken das Licht, so daß es von dem in Sterne auflösbaren nach und nach in das milchige sich verliert, was mir anzuzeigen scheint, daß das milchige Licht der Nebelflecke von ihrer weit größern Entfernung herrührt. Ein Nebelfleck also, dessen Licht vollkommen milchig ist, kann nicht wohl in einer geringeren Distanz als in 6000 oder 8000 Siriusweiten angenommen werden, und wenn er uns trotz dieser Entfernung unter einem Durchmesser von einem Grad oder noch größer erscheint, so muß er von wundersamer Größe sein, und unsere Milchstraße an Umfang und Großartigkeit weit übertreffen."

Es war zuerst im Jahre 1791, daß Herschel seine bisherige Ansicht von der sternigen Natur aller Nebelflecke aufgab und das Vorhandensein eines wahren

Nebels, eines wirklichen Weltdunstes in den Tiefen des Himmels constatirte. Hauptsächlich war es die Beobachtung eines unscheinbaren Sterns im Sternbilde des Fuhrmanns, die ihn stutzig machte. Denn dieser Stern zeigte sich umgeben mit einer zarten Lichtatmosphäre von kreisrunder Gestalt und 3 Minuten scheinbarem Durchmesser. Der Stern erschien genau im Mittelpunkte der Nebelatmosphäre, und letztere so verwaschen zart und durchaus gleichförmig, daß der Gedanke, sie könne aus Sternen bestehen, von Herschel entschieden verworfen wurde. Auch konnte kein Zweifel über die augenscheinliche Verbindung zwischen der Nebelatmosphäre und dem Sterne bestehen. Herschel erkannte auf der Stelle die hohe Wichtigkeit der neuen Entdeckung einer wirklichen, leuchtenden Nebelmaterie für die Entwicklungsgeschichte des Weltalls. Diese Nebelsterne — so ruft er zuversichtlich aus — sollen als Schlüssel dienen um andere geheimnißvolle Erscheinungen aufzuschließen! Schon in derselben Abhandlung geht er auf das schwierige Thema der Sternbildung über, und hebt mit vollem Rechte hervor, daß, wenn das Vorhandensein eines selbstleuchtenden Nebelstoffs erwiesen ist, es alsdann passender erscheine, einen Stern aus seiner Verdichtung hervorgehen zu lassen, als seine Existenz von einem Stern abhängig zu machen. Auch über die Natur der merkwürdigen scheibenförmigen Nebel, die Herschel eben wegen ihrer kreisrunden, gleichmäßig erleuchteten Scheiben planetarische Nebel genannt hatte, ließen sich nunmehr plausiblere Hypothesen aufstellen.

[illegible] daß
[illegible] ehe

wir eine geeignete Ansicht über die physische Natur dieser Gebilde zu fassen vermöchten.

In der großen und wichtigen Abhandlung von 1811, in welcher Herschel die ganze Summe seiner Forschungen über die Nebelflecke niederlegte, ging er den umgekehrten Weg wie in derjenigen von 1802. Er begann mit der untersten Stufe der Entwicklung der chaotischen Urnebelmaterie, den ausgedehnten, verbreiteten Nebeln, die duftartig große Strecken des Himmels überziehen, und welche nur mit äußerster Anstrengung in den kraftvollsten Reflectoren gesehen werden können. Auf dieser Stufe der Ausbildung ist die nebelige Materie durchaus formlos; sie fällt gegen den Himmelsraum ohne bestimmte Gränzen ab und zeigt keine symmetrische Gestaltung. Erst später zeigen sich in diesen Gebilden entschieden hellere Partien, die Herschel mit Recht auf die Wirkung eines anziehenden Princips zurückführt. Wenn sich im Laufe der Zeit in einer sehr ausgedehnten Nebelschicht mehrere Anziehungsmittelpunkte bilden, so wird das Endresultat ein Zerfallen der Urmasse in mehrere Bruchstücke sein. Das ist nach Herschel die Entstehungsursache der mehrfachen Nebel. Von besonderer Wichtigkeit zeigen sich in den kosmogonischen Theorien Herschel's diejenigen Nebel, welche zu einer mehr oder weniger regelmäßigen runden Gestalt hinneigen. In dem Maße als diese Nebel regelmäßiger und in ihrem äußern Umrisse klarer erscheinen, verschwindet im Innern auch die Gleichförmigkeit ihres Lichtes, es tritt ein heller Centralpunkt auf und Lichtstärke nimmt vom Rande gegen diesen Mittel

Das sind die Hauptzüge der Untersuchungen William Herschel's über die Nebelflecke und ihre Weltstellung. Sie bleiben für alle Zeiten wichtig durch die Fülle von Material, aus denen sie sich aufbauen und die kühne Genialität, mit welcher ihr Urheber nach streng logischen Schlüssen weit auseinander liegende Erscheinungen mit einander verknüpfte. Die teleskopische Beobachtung der Nebel mit Hilfe kraftvoller Ferngläser, hat seit Herschel's Tode große und wichtige Fortschritte gemacht; es ist vieles besser begründet, manches modificirt worden, was der große Astronom zu erkennen glaubte. Ich erinnere in dieser Beziehung nur an die merkwürdigen Spiralnebel, wie sie sich in dem Riesenteleskop des vor einigen Jahren verstorbenen Lord Rosse zuerst enthüllten. Der ältere Herschel hat nie ein solches Gebilde wahrzunehmen vermocht, aber gestützt auf seine kosmogonischen Entwicklungen und auf unvollkommene Beobachtungen hat er ihre Existenz geahnt und bereits im Jahre 1811 Bemerkenswerthes darüber gesagt. Auch bezüglich der Doppel- und mehrfachen Nebel haben sich die Ansichten nach Herschel geklärt, besonders seit d'Arrest diesen Weltkörpern eine größere und andauernde Aufmerksamkeit geschenkt. Schon im Jahre 1862 bemerkte dieser scharfsinnige Astronom, daß die Zahl der physisch verbundenen Doppelnebel sich auffallend groß herausstelle im Vergleiche mit dem Vorkommen von Doppelsternen unter den Fixsternen. Die Anzahl der als vorhanden erkannten Doppelnebel beträgt jetzt über zweihundert. Das schließt jeden Gedanken an eine bloß zufällige Gruppirung, ar

hin immer mehr zu. Man kann sich unmöglich hierbei des Gedankens erwehren, daß diese Lichtzunahme von einer centralen Verdichtung der Nebelmaterie herrührt, von der ununterbrochenen Wirkung einer „verdichtenden Kraft“, die mit der allgemeinen Anziehung identisch ist. Der verschiedene Grad der Lichtzunahme gegen den Mittelpunkt des Nebels deutete auf verschiedene Stärke der Anziehung oder auf eine ungleich lange Dauer ihrer Wirksamkeit, auf die Kürze der Zeit während welcher sie wirkte. Denn in diesem Falle sind, wie Herschel sagt, Millionen von Jahren vielleicht nur Momente. Bei manchen runden Nebeln erscheint die Verdichtung gegen den Mittelpunkt hin soweit fortgeschritten, daß sich hier eine Art Kern bildet, der nach Herschel in vielen Fällen eine beträchtliche Aehnlichkeit mit einer planetarischen Scheibe besitzt. Diese Nebel haben sicherlich schon einen hohen Grad der Ausbildung erlangt, und man kann annehmen, daß unser Sonnensystem aus einem solchen Nebel vor unzähligen Millionen Jahren hervorging. Damit ist denn auch der Anknüpfungspunkt gefunden zwischen den diffusen Nebeln und den intensiv strahlenden Fixsternen, der Uebergang aus der chaotischen Masse in die architektonisch geordneten und gegliederten Gebiete, welche wir Sonnensysteme zu nennen pflegen und deren einem unsere Erde angehört. Herschel geht übrigens in seiner genealogischen Aufzählung und Classification der Nebelgebil[illegible] [illegible] dem nämlichen Ende der [illegible]

Das sind die Hauptzüge der Untersuchungen William Herschel's über die Nebelflecke und ihre Vertheilung. Sie bleiben für alle Zeiten wichtig durch die Fülle von Material, aus denen sie sich aufbauen und die kühne Genialität, mit welcher ihr Urheber nach strengen logischen Schlüssen weit auseinander liegende Erscheinungen mit einander verknüpfte. Die teleskopische Beobachtung der Nebel mit Hilfe kraftvoller Ferngläser, hat seit Herschel's Tode große und wichtige Fortschritte gemacht, es ist vieles besser begründet, manches modificirt worden, was der große Astronom zu erkennen glaubte. Ich erinnere in dieser Beziehung nur an die merkwürdigen Spiralnebel, wie sie sich in dem Riesenteleskop des vor einigen Jahren verstorbenen Lord Rosse zuerst enthüllten. Der ältere Herschel hat nie ein solches Gebilde wahrzunehmen vermocht, aber gestützt auf seine kosmogonischen Entwicklungen und auf unvollkommene Beobachtungen hat er ihre Existenz geahnt und bereits im Jahre 1811 Bemerkenswerthes darüber gesagt. Auch bezüglich der Doppel- und mehrfachen Nebel haben sich die Ansichten nach Herschel geklärt, besonders seit d'Arrest diesen Weltkörpern eine größere und andauernde Aufmerksamkeit geschenkt. Schon im Jahre 1862 bemerkte dieser scharfsinnige Astronom, daß die Zahl der physisch verbundenen Doppelnebel sich auffallend groß herausstelle im Vergleiche mit dem Vorkommen von Doppelsternen unter den Fixsternen [illegible] die Anzahl der als vorhanden erkannten [illegible] verschwindend. Das schließt [illegible] Gruppirung, an

Nebelflecke in mannichfaltiger Anordnung: große und kleinere, welche Trabanten zu sein scheinen, schmale, aber sehr ausgedehnte helle Nebelflecke oder glänzende Tüpfel, einige von der Gestalt eines Fächers, der aus einem lichten Punkte, gleich einem elektrischen Büschel herauskommt, andere von kometischem Aussehen mit einem anscheinenden Sterne im Mittelpunkte, oder gleich wolkigen Sternen, umringt von einer nebligen Atmosphäre. Eine andere Gattung wiederum enthielt einen milchigen Nebel gleich jenem wunderbaren Nebelbilde im Orion, wieder andere schimmerten in einer Art matterm, fleckigem Lichte, welches ihre Auflösbarkeit in Sterne verrieth."

Diese Ausführungen offenbaren deutlich die Verwunderung Herschel's über die merkwürdigen Gebilde, denen er auf den ersten Schritten seines Nebelstudiums begegnete, und gleichzeitig enthalten sie die Keime der Anschauungen, die er in der Folge mit unermüdlichem Eifer entwickelte und prüfte. Zwar huldigte der große Beobachter damals noch der Ansicht daß sämmtliche Nebel in Wirklichkeit nichts anderes als Sternhaufen seien, deren ungeheure Entfernung selbst in den kraftvollsten Teleskopen ihre Zerlegung in einzelne Sterne verhindere; allein diese Vorstellungen hielten ihn nicht ab möglichst vorurtheilsfrei und kritisch die Gebilde zu mustern, denen er auf seinen „Streifzügen durch den Himmel" begegnete. Im Jahre 1785 entwickelte Herschel zuerst seine Ansichten über die Entstehung der Nebelflecke; dieselben sind heute nicht mehr zu discutiren, weil das Princip (nämlich eben die sternartige Natur jener Gebilde), wovon er aus-

ging, unrichtig ist. In derselben Abhandlung wird unser Sternsystem als ein großer abgesonderter Nebelfleck beschrieben, der, so weit Herschel noch herumgekommen sei, deutlich begränzt, ja an den meisten Stellen sehr eng begränzt erscheine. Als Kriterium der Ausdehnung diente die Anzahl der im Gesichtsfelde des Teleskops sichtbaren Sterne; es ist dieß die berühmte Methode des Aichens, wodurch ein Senkblei, eine Sondirlinie gewonnen wurde, die an sehr vielen Stellen weit über die Gränzen unserer Fixsternschicht hinausreichte. In einer Anzahl zusammengesetzter Nebel sah Herschel damals Analoga unserer Milchstraße, ja von einigen derselben glaubte er, daß sie wohl nicht kleiner sein könnten als diese. Mit der Gewissenhaftigkeit welche den großen Forscher stets auszeichnete, und die seinen Arbeiten ihren hauptsächlichsten Werth verleiht, führt er sofort auch die Gründe an, welche ihn bestimmen, jenen Nebelflecken eine so enorme Ausdehnung zu geben. „Es gibt," sagt er, „viele runde Nebelflecken von 5 oder 6 Minuten Durchmesser, deren Sterne ich noch deutlich sehe. Vergleiche ich sie nun mit dem Visionsradius, den ich aus einigen meiner langen Aichungen berechnet habe, so schließe ich aus dem Aussehen der kleinen Sterne in jenen Aichungen, daß die Mittelpunkte dieser runden Nebelflecke 600mal so weit von uns entfernt sind als der Sirius. — Einige von diesen runden Nebelflecken haben andere nahe bei sich, die ihnen an Gestalt, Farbe und Vertheilung der Sterne vollkommen ähnlich, aber im Durchmesser nur halb so groß sind; sie sind in der That so klein, daß sie ohne

die äußerste Anstrengung nicht gesehen werden können. Ich vermuthe, daß diese Miniatur-Nebelflecke doppelt so weit abstehen als die ersten. Ebenso merkwürdig als lehrreich ist der Fall, wo ich in der Nachbarschaft von zwei solchen Nebelflecken einen dritten, ähnlichen, auflösbaren, aber weit kleinern und lichtschwächern antraf. Die Sterne desselben sind kaum noch wahrnehmbar; aber eine Aehnlichkeit an Farbe mit den beiden ersten und die verminderte Größe und Helligkeit desselben berechtigen uns wohl seinen Abstand völlig zweimal so weit als den des zweiten, oder vier- bis fünfmal so weit als den Abstand des ersten hinauszusetzen. Und doch ist der Nebel noch nicht von der milchigen Art, auch ist er nicht gar so schwer in Sterne aufzulösen oder farbenlos. Nun wechselt aber in einigen von den gedehnten Nebelflecken das Licht, so daß es von dem in Sterne auflösbaren nach und nach in das milchige sich verliert, was mir anzuzeigen scheint, daß das milchige Licht der Nebelflecke von ihrer weit größern Entfernung herrührt. Ein Nebelfleck also, dessen Licht vollkommen milchig ist, kann nicht wohl in einer geringeren Distanz als in 6000 oder 8000 Siriusweiten angenommen werden, und wenn er uns trotz dieser Entfernung unter einem Durchmesser von einem Grad oder noch größer erscheint, so muß er von wundersamer Größe sein, und unsere Milchstraße an Umfang und Großartigkeit weit übertreffen."

Es war zuerst im Jahre 1791, daß Herschel seine bisherige Ansicht von der sternigen Natur aller Nebelflecke aufgab und das Vorhandensein eines wahren

Nebels, eines wirklichen Weltdunstes in den Tiefen des Himmels constatirte. Hauptsächlich war es die Beobachtung eines unscheinbaren Sterns im Sternbilde des Fuhrmanns, die ihn stutzig machte. Denn dieser Stern zeigte sich umgeben mit einer zarten Lichtatmosphäre von kreisrunder Gestalt und 3 Minuten scheinbarem Durchmesser. Der Stern erschien genau im Mittelpunkte der Nebelatmosphäre, und letztere so verwaschen zart und durchaus gleichförmig, daß der Gedanke, sie könne aus Sternen bestehen, von Herschel entschieden verworfen wurde. Auch konnte kein Zweifel über die augenscheinliche Verbindung zwischen der Nebelatmosphäre und dem Sterne bestehen. Herschel erkannte auf der Stelle die hohe Wichtigkeit der neuen Entdeckung einer wirklichen, leuchtenden Nebelmaterie für die Entwicklungsgeschichte des Weltalls. Diese Nebelsterne — so ruft er zuversichtlich aus — sollen als Schlüssel dienen um andere geheimnißvolle Erscheinungen aufzuschließen! Schon in derselben Abhandlung geht er auf das schwierige Thema der Sternbildung über, und hebt mit vollem Rechte hervor, daß, wenn das Vorhandensein eines selbstleuchtenden Nebelstoffs erwiesen ist, e[illegible]nn passender erscheine, einen Stern aus seiner [illegible] hervorgehen zu lassen, als seine Existenz von ei[illegible] abhängig zu machen. Auch über die [illegible] würdigen scheibenförmigen Nebel, die [illegible] wegen ihrer kreisrunden, gleichmäßig er[illegible] planetarische Nebel genannt hatte, lie[illegible] plausiblere Hypothesen aufstellen.

Fortschritt, den unsere Kenntnisse von der physischen Natur der Nebelmaterie des Universums durch das neue Hilfsmittel der Spectralanalyse gemacht hat.

Auch die directe Beobachtung der Nebelflecke hat in der jüngsten Zeit einen beträchtlichen Fortschritt gemacht in der Wahrnehmung der Lichtveränderung einiger dieser Körper. Das erste Beispiel dieser Art bietet ein kleiner Nebel dar, den Hind am 11. October 1852 bei Anfertigung seiner Himmelskarten entdeckte. Er erschien damals in einem 11füßigen Fernrohre sehr lichtschwach, im Januar 1856 aber fand ihn d'Arrest in einem 6füßigen Teleskop ziemlich hell, von da ab nahm er wieder ab, so daß 1862 selbst Lassell's Riesenreflector keine Spur des Nebels erkennen ließ, und bloß noch der große Refractor zu Pulkowa den Nebel zeigte.

Außer diesem sind noch ein zwei andere „variable Nebelflecke“ aufgefunden worden.

Das sind alle als veränderlich erkannte Nebel, ja die Veränderlichkeit des einen, den d'Arrest 1862 als variabel bezeichnete, ist noch nicht unzweifelhaft. Es ist nicht wahrscheinlich, daß sich die Anzahl dieser Nebel schnell bedeutend vermehre, aber immerhin bleibt es eine äußerst merkwürdige Thatsache, daß nahe um dieselbe Zeit, in derselben Region des Himmels drei verschiedene Nebelflecke eine beträchtliche Abnahme ihrer Helligkeit zeigten. Darf man unter solchen Umständen an eine gemeinsame Verdeckung dieser Nebel durch eine große, dünne nicht leuchtende Masse denken, welche sich in der Nähe unseres Sonnensystems befindet, und das Licht

zweier Nebel für unseren Anblick zum Theil absorbirt? Es ist noch zu früh in dieser Beziehung Theorien aufzustellen; aber immerhin sind wir schon heute mit einer Reihe merkwürdiger und folgenreicher Thatsachen hinsichtlich der Natur der Nebelflecke bekannt geworden, welche dereinst die Grundlage zu weiteren sicheren Schlüssen bieten werden über das was William Herschel als den „Bau des Himmels" bezeichnete.

Aus der Vergangenheit unserer Erde.



I.

Die Blätter der Menschengeschichte — der man lange genug den ebenso stolzen als falschen Titel „Weltgeschichte“ beigelegt hat — zeigen uns, daß es mit dem Leben der Völker geht, wie mit dem Leben des Einzelnen unter der Menge: sie tauchen auf, greifen eine Zeit lang handelnd in den Gang der Begebenheiten ein und sinken dann zurück in das Dunkel des Untergangs. Wo sind heute die Griechen, vor Jahrtausenden das Culturvolk des Abendlandes? Sie sind abgetreten vom Schauplatze der Weltgeschichte, verschwunden, ausgemordet, wie Fallmerayer behauptet. Aehnlich ist es mit vielen anderen und mächtigen Völkern des Alterthums der Fall gewesen, sie sind im Laufe der Jahrhunderte verschollen. In dieser Hinsicht erscheint das Menschengeschlecht der Erde, auf der es wohnt, durchaus unähnlich; die Bühne ist geblieben, aber die Acteurs sind verschwunden. Die Berge, deren in den ältesten geschichtlichen Urkunden gedacht wird, erheben noch heute wie damals ihre Häupter; noch gegenwärtig schlängeln sich die Flüsse, welche die

alte Historie erwähnt, durch die Gefilde, in denen die Geschichte der Vorzeit sich abspielte. Mehr als dreißig Jahrhunderte sind verflossen, seit Moses die Kinder Israels am Fuße des Sinai versammelte, aber die ungeheure Felsmasse dieses Gebirgs erhebt noch wie damals ihre wetterfesten Häupter in die Wolken; noch heute wie zur Zeit der alten Griechen ist der Stromboli eine Leuchte des tyrrhenischen Meeres und noch heute wie vor dreitausend Jahren wälzt der Nil seine schlammig-gelben, befruchtenden Fluthen ins mittelländische Meer. So erscheint das Angesicht der Erde unverändert und nur die staatenbildende Menschheit in unaufhörlichem Flusse, in nimmer ruhendem Wechsel. Aber täuschen wir uns nicht! Nichts ist dauernd als der Wechsel selbst, nichts in der Schöpfung ist unveränderlich; Himmel und Erde wechseln unaufhörlich ihren Anblick! Wenn wir diese Veränderungen nicht gleich zu bemerken vermögen, so liegt dies nur an der Beschränktheit unserer Sinne. Wer das grünende Blatt eines Baumes betrachtet, wird während seines Anschauens sicherlich an demselben keine Veränderung wahrnehmen und dennoch findet eine solche statt, sie wird freilich erst innerhalb eines größern Zeitraumes bemerklich. Aehnlich verhält es sich mit den Veränderungen der Erdoberfläche; um sie wahrzunehmen, bedarf es oft eines Zeitraumes von Jahrtausenden.

Die Bibel gibt uns über die geologischen Processe der ersten Zeit keinen Aufschluß.

Ein anderes Buch ist es, auf welches die Wissenschaft sich beruft. Vor ihren Augen liegt das große

Buch der Natur aufgeschlagen, in welchem mit gewaltigen Charakteren die Entwicklung der Erde eingeschrieben ist. Und dieses Buch lügt nicht! Zwar, die Menschheit war nicht immer im Stande dieses Buch zu lesen, sie mußte erst die Sprache erlernen, in welcher es geschrieben ist. Wie schwierig aber ein solches Lernen ist, begreift Jeder leicht, wenn er bedenkt, daß hier Lehrer und Schüler in einer Person vereinigt waren und auch gegenwärtig noch sind. Wen darf es unter solchen Verhältnissen wundern, daß es erst spät — nämlich in der neuesten Zeit — gelang, die Sprache des Buches der Natur zu verstehen; daß dem wissenseifrigen Forscher, besonders im Anfange, gar manche und recht unangenehme Irrthümer passirten; daß überhaupt auch heute noch manches wichtige Kapitel in dem besagten Buche ungelesen bleibt — weil man's eben noch nicht lesen kann!

Wenn der Naturforscher so ganz offen eingesteht, daß er zur Zeit noch in sehr vielen Punkten unwissend oder von schweren Zweifeln befangen ist, so betont er auf der andern Seite aber nicht minder, daß er auch bereits eine gewaltige Menge von Thatsachen richtig erkannt hat und speciel, bezüglich der Geschichte der Erde, daß er sie in großen Zügen enträthselt hat. Nur Einzelnheiten sind hier noch nachzutragen, im Rohen steht der große Bau vollendet da und besonders seine Fundamente liegen sehr sicher.

Man hat der Naturwissenschaft, besonders der Geologie, häufig den Vorwurf gemacht, daß sie in ihren Resultaten nicht auf die Schöpfung der Erde durch ein

allmächtiges Wort komme, und man hat daraus weiter gefolgert, daß die Naturwissenschaft im Irrthume sei und umkehren müsse. Dergleichen Einwürfe sind ganz thöricht. Die Naturwissenschaft kann auf ihrem Gebiete gar nicht bis zu einer Schöpfung der Erde durch den Willen der Allmacht vordringen, weil sie eben innerhalb der Natur stehen bleiben muß. Die Naturwissenschaft muß die Natur als etwas Gegebenes betrachten und sie untersucht dieselbe innerhalb der Grenzen ihres Daseins. Darüber hinaus geht kein Naturforscher.

Die Geologie verfolgt die Entwicklung der Erde Schritt um Schritt bis zu dem Punkte, in welchem sie eben die Umstände zwingen, Halt zu machen. Dies findet statt bei einem Zustande unsers Weltkörpers, in welchem er eine chaotische, heiß-flüssige Kugel war. In diesem Stadium bildete die Erde einen Ball, der alle Stoffe, die sie heute aufweist, in geschmolzenem Zustande enthielt. Daß dieser Zustand nicht bloß etwa in der Einbildung der Naturforscher existirte, sondern wirklich stattfand, ist gegenwärtig nicht mehr zweifelhaft, wenngleich ich hier alle Gründe, die dafür zeugen, nicht aufzählen kann. Ich will jedoch auf einen Umstand aufmerksam machen, den man schon lange als Argument für den voreinstigen weichen oder flüssigen Zustand des ganzen Erdballs betrachtet hat. Die Erde ist nämlich keine vollkommene Kugel, sondern vielmehr an den Polen abgeplattet oder auch, wenn man will, am Aequator wulstartig angeschwollen. Dies dem Zufalle zuzuschreiben, wäre sehr unlogisch, um so mehr als auch andere Weltkörper Aehnliches

zeigen. Die ganze Thatsache erklärt sich aber vollkommen ungezwungen, wenn wir annehmen, daß die Erde ursprünglich gänzlich weich war und daß die Abplattung in diesem weichen Zustande durch die Umdrehung unsers Planeten erfolgte. In der That, wenn man durch eine Kugel von feuchtem Lehm einen Stift steckt und die Kugel mittels des Stiftes in rasche Umdrehung versetzt, so plattet sie sich an den Umdrehungspolen ab und diese Abplattung wird um so beträchtlicher, je schneller die Umdrehung erfolgt. Unsere Erde dreht sich nicht sehr rasch um ihre Axe und in Folge dessen ist auch ihre Abplattung nur gering; sie beträgt $1/_{289}$ des größten Durchmessers. Andere Weltkörper, z. B. Jupiter drehen sich, obgleich bei weitem größer als unsere Erde, viel rascher um ihre Axe und sie haben in Folge dessen auch eine ungleich größere Abplattung als diese. Es ist also schon aus dem hier besprochenen Grunde nicht weiter zweifelhaft, daß die Erde in nebelgrauer Vorzeit weichflüssig war; und daß dieser weiche Zustand durch Hitze und nicht etwa durch Wasser bedingt wurde, ist klar, wenn man bedenkt, daß es hierzu weder genug Wasser auf der Erde gibt, noch auch alle Stoffe sich in diesem auflösen.

Es ist klar, daß damals kein lebendiges Wesen die Erde bewohnen konnte; sie war vielmehr ein wildes Chaos, der Tummelplatz feuriger Gewalten. Die Atmosphäre war in hohem Grade erhitzt und enthielt eine Menge von Gasen, vielleicht in glühendem Zustande, die wir heute glücklicher Weise in ihr vermissen. Dieses Bild

vom Urzustande unserer freundlichen Erde ist sicherlich kein einladendes, aber es ist ein richtiges, das nur an dem Fehler leidet, nicht grell genug ausgemalt zu sein. Denn Alles, was wir heute Furchtbares und Schrecken Erregendes an einzelnen Punkten unseres Weltkörpers beobachten mögen; die Ausbrüche der Vulcane, der Feuerpfuhl auf Hawai, Erdbeben, Meereseinbrüche und dergleichen, es verschwindet vor jenem Zustande, in welchem der ganze Erdball ein Gluthenmeer war! Aber mit der Zeit änderte sich das. Die Hitze strahlte aus, die jugendliche Gluth der Erde kühlte sich ab, es traten gemüthlichere Zustände ein. Zwar auch diesen war sicherlich Anfangs nicht zu trauen, denn die feste Kruste, mit der sich der Erdball endlich bedeckte, war nothwendig in der ersten Zeit dünn und schmolz zeitweise hier und da wieder ein; aber nach und nach consolidirten sich die Zustände, es bildete sich eine kühle Rinde um das glühende Herz unsers Planeten, und als diese Rinde tauglich war, lebendige Wesen zu tragen und zu erhalten, da erhielt sie dieselben. An Menschen darf man freilich hierbei nicht denken, denn diese kamen zuletzt und sogar sehr spät; aber die Pflanzen und Thiere, welche vor uns sich auf der Erde herumtummelten, waren in jeder Beziehung merkwürdig genug. Viele derselben übertreffen an Größe, an Seltsamkeit der Gestalt, weitaus die Fabelwesen, welche im Gehirne der Dichter entsprungen sind, und beweisen wiederum, wie armselig unsere Einbildungskraft neben den Schöpfungen der großen Natur ist.

Viele Tausende dieser Geschöpfe sind von der Wissen-

schaft aus den Gräbern, in welchen sie so lange ruhten, wieder ans Tageslicht gezogen worden; ihre versteinerten Ueberreste hat man gesammelt, genau studirt und das Geschöpf von ehemals nach seinem Knochenbaue wieder hergestellt. Es ist merkwürdig, daß alle diese organischen Wesen um so mehr von den gegenwärtig auf der Erde Lebenden abweichen, je älter sie sind, d. h. in je früherer Zeit sie lebten. Sehen wir uns z. B. so einen versteinerten Krebs aus dem alten rothen Sandsteine von Schottland an. Es ist ein kolossaler Kerl von 2 bis 3 Fuß Länge, halb Krebs, halb Fisch. Seine ungeheuren Scheeren sind fischkieferartig gezahnt und seine Schale ist merkwürdig geschuppt. Aber er hat noch einen Verwandten, gegen den er sich wie ein Kind ausnimmt, es ist der 7 Fuß große „problematische Pterigotus" (Pterygotus problematicus), von dem man in Schlesien Ueberreste gefunden hat. Aus der damaligen Zeit, der Periode der devonischen Ablagerungen, sind überhaupt nur Wirbelthiere der unteren Klassen bekannt, meist Fische, ein Beweis, daß das Meer damals alle diejenigen Theile des Festlandes bedeckte, wo wir heute die besagten Ueberreste finden. Diese Fische sind noch dazu von so merkwürdiger Gestalt, daß man sich unwillkürlich fragt, wie solche Monstra nur schwimmen konnten. Da haben wir zuerst den Flügelfisch, ein Thier, das beinahe wie ein gepanzerter Schellfisch aussieht, dem man zwischen Kopf und Rumpf beiderseits eine halbe Krebsscheere angefügt hat. Nur der spitzzulaufende Schwanz war nicht gepanzert, sondern mit dachziegelförmigen Schuppen besetzt. Es unterliegt

wohl keinem Zweifel, daß die Stacheln oder Arme dem Thiere nicht allein als Bewegungsorgane, sondern auch als wirksame Waffen zum Angriffe oder zur Vertheidigung dienten.

In einer darauf folgenden spätern Periode der Erdentwicklung, der sogenannten Steinkohlenzeit, finden wir von den im Vorhergehenden genannten Thiere keine Exemplare mehr am Leben, sie sind ausgestorben, unter Schutt und Trümmern begraben und liegen hier gewissermaßen für die naturhistorischen Museen des 19. Jahrhunderts conservirt. Dafür sehen wir in der Steinkohlenzeit eine ganz neue, umgewandelte Welt organischer Wesen vor uns. Die Steinkohle ist bekanntlich vegetabilischer Natur und die ungeheuren Lager dieses schwarzen Bruders vom weißen Diamant stammen eben aus der Steinkohlenzeit. Damals war das Festland von ungeheuren, finstern Wäldern bedeckt, die Atmosphäre warm und feucht, so daß die Pflanzenwelt in üppigster Fülle gedeihen konnte. Stürme, Alter, Ueberschwemmungen, Hebungen und Senkungen des Bodens und dergleichen, begruben viele jener Wälder unter dem Boden und im Laufe einer sehr langen Zeit wurde aus jenen Baumstämmen unsere heutige Kohle. Noch gegenwärtig erkennt man bisweilen in den Kohlengruben deutlich die Gestalt der ehemaligen Stämme, ja manche der letzteren stehen wie ungeheure Steinsäulen aufrecht in den Kohlenflötzen. Sie werden von den Grubenarbeitern Kohlenpfeifen genannt und sehr gefürchtet, denn nicht selten sinken sie

beim Abbau der Flötze herab und tödten oder beschädigen den in der Nähe beschäftigten Arbeiter.

Die Wälder der Steinkohlenzeit wurden von einer zahlreichen und überaus merkwürdigen Thierwelt bewohnt. Es sind hauptsächlich Amphibien, die hier ihr Wesen trieben. Wir begegnen in der Kohle zuerst den großen gepanzerten Eidechsen oder Sauriern, deren Nachkommenschaft sich allen Erdrevolutionen zum Trotz bis zum heutigen Tage im Crocodil und Alligator, diesen gefräßigen Scheusalen, erhalten hat. Wie gesagt, diese robusten, gefräßigen, stumpfsinnigen Gesellen finden wir zuerst in den Ablagerungen der Kohlenperiode. Sie sind indeß hier im Allgemeinen noch von kleineren Dimensionen und erinnern in vielfacher Beziehung an den Typus der Fische. Aber in den folgenden Entwicklungsstadien der Erde sehen wir diese scheußlichen Ungeheuer beträchtlich gewachsen an Zahl, Größe und Kraft. Es ist nicht wahrscheinlich, daß ihnen ein anderes Thier widerstehen konnte. Die Hauptentwicklung der Saurier fällt in die Jurassische Periode. In ihren Schichten finden wir diese Amphibien in allen möglichen Formen und Größen, die Erde wimmelt förmlich von ihnen. Nur einige der Saurier können hier speciel erwähnt werden. Unter ihnen verdient der von Buckland entdeckte riesenhafte Megalosaurus die erste Stelle. Er bewegte sich vorwiegend auf dem festen Lande und wahrscheinlich nicht zum Vergnügen der übrigen Thiere, welche diesem 50 Fuß langen Drachen sicherlich keinen Widerstand leisten konnten. Sein nächster Verwandter, der vielleicht noch größere Iguanodon, dessen

Knochen man in ungeheurer Menge auf den britischen Inseln fand, war dagegen mehr harmloser Natur, denn wie die Ueberreste seiner abgekauten Zähne zeigen, scheint das Thier ausschließlich mit Pflanzenkost fürlieb genommen zu haben. Wie überall, haben aber auch hier die Fleischfresser die Pflanzenfresser überlebt.

Die Meere der Liasperiode wimmelten von den furchtbaren Fischsauriern, den Ichthyosauriern, Riesengeschöpfen, die an Gefräßigkeit und überhaupt in ihrer ganzen Lebensweise unseren Haifischen sehr ähnelten, sie aber an Kraft und Unverwundbarkeit weit übertrafen. Schon der erste Entdecker von Ueberresten dieses Thieres, erklärte es, vor 120 Jahren, für nahe verwandt dem Hai. Der Schädel erreicht eine enorme Größe, fast ein Fünftel des ganzen Körpers, und endigt vorn in eine lange Schnauze, die mit zahlreichen, kegelförmigen Zähnen besetzt ist. Der furchtbar kräftige Bau des Kiefers läßt nicht im Zweifel darüber, daß Alles, was das Thier erfaßte, unfehlbar zermalmt wurde. Eine enorme Größe besaßen die Augen, sie nehmen fast ein Fünftel der Schädellänge ein und erscheinen von dicken Knochenplatten umrahmt. Die Wirbelsäule ist, dem ganzen Baue entsprechend, außerordentlich kräftig und die Zahl der Wirbel beträgt fast anderthalbhundert. Nach hinten endigte die Wirbelsäule wahrscheinlich in eine mächtige, senkrecht stehende Schwanzflosse und der ganze gewaltige Körper ruhte auf vier kräftigen Füßen, die mit einer Flossenhaut überzogen waren. Häufig findet man zwischen den versteinerten Rippen dieser voreinstigen Ungeheuer

schwarze Massen, aus denen sich ohne Mühe die Schuppen eines häringartigen Fisches, sowie die Dintenbeutel einer sepienartigen Molluske, heraus lösen lassen; in anderen Fällen zeigte sich, daß die Thiere gelegentlich selbst einander auffraßen. Die Größe dieser Saurier betrug 20 bis 25 Fuß. Der Plesiosaurus, von dem man bisher bloß in England Ueberreste gefunden hat, unterscheidet sich in merkwürdiger Weise von seinem oben beschriebenen Vetter. Hat dieser letztere nämlich einen großen mächtigen Schädel, der ohne eigentlichen Hals gleich dem kolossalen Rumpfe angefügt ist, so zeigt der Plesiosaurus dagegen einen langen, schwanenartigen Hals und einen kleinen Kopf. In England verglich man darum das Thier recht bezeichnend mit einer durch eine Schildkröte gezogenen Schlange. Die Länge dieses Thieres betrug in einzelnen Exemplaren mehr als 11 Fuß. Es schwamm auf dem Wasser und sein langer, kräftiger, aber doch beweglicher Hals konnte ihm bequem zum Ergreifen der Beute dienen. Auf geologischen Phantasiebildern erblickt man bisweilen den Ichthyosaurus mit dem Plesiosaurus in erbittertem Kampfe. Möglich, daß solche Kämpfe zwischen beiden Ungeheuern stattgefunden haben, der Plesiosaurus wird darin aber wohl jedesmal unterlegen sein, denn er war im Ganzen weit schwächer als der andere Saurier.

Die Flugsaurier oder Pterodactylen werden gewöhnlich mit den vorgenannten zusammen erwähnt. Sie waren indeß keineswegs von der kolossalen Größe jener Land- und Wassersaurier, doch hat man allerdings in

der Nähe von Cambridge Halswirbel dieser Thiere aufgefunden, welche auf eine Spannweite der Flügel bis zu 20 Fuß hindeuten. Die äußere Gestalt erinnert in vielfacher Beziehung an eine Fledermaus, aber die spitzen, von Ersatzzähnen begleiteten Zähne der Kiefer verrathen den Saurier, auch die Augenhöhlen sind, wie bei diesen, von Knochenplatten umgeben. Die Finger der Arme erscheinen mit starken Krallen bewaffnet und der letzte ist außerordentlich, um das Vier- bis Fünffache, verlängert. Wahrscheinlich diente dieser lange Finger zur Befestigung einer Flughaut, die beiderseits zwischen den vorderen und hinteren Gliedmaßen ausgespannt war. Sicherlich aber konnten die Thiere nur ziemlich unvollkommen fliegen und die starken Krallen an ihren Fingern oder Zehen dienten jedenfalls dazu, um sich an erhöhten Stellen festklammern zu können, wie dies die Fledermäuse mit den Daumen zu thun pflegen.

Ich muß hier von den Sauriern schließen, obgleich über diese merkwürdigen Geschöpfe sich noch viel Interessantes sagen ließe; aber die Reihe der organischen Bildungen, welche in der Erdgeschichte auftraten und die man gegenwärtig kennt, ist so ungeheuer, daß der Raum mangelt, um auch nur einige der wichtigsten Erscheinungen zu besprechen.

Schon oben wurde hervorgehoben, daß in den Epochen, welche hier besprochen werden, Meeresthiere an Orten lebten, wo heute Festland ist und daß also damals hier das Meer fluthete. Ueberhaupt ist die gegenwärtige

Vertheilung von Land und Wasser auf der Erdoberfläche, mit dem Maßstabe des Geologen gemessen, nur von sehr jugendlichem Datum. Zur Zeit, als die ersten Saurier lebten, existirte die Gestalt der heutigen Festländer noch ganz und gar nicht. Die mächtigen, scheinbar für eine Ewigkeit gebauten Felsmassen der asiatischen, amerikanischen und europäischen Hochgebirge, des Himalaya, der Cordilleren und Alpen, waren noch nicht vorhanden. Es ist ein großer, wenn gleich allgemein verbreiteter Irrthum, zu glauben, die mächtigsten und höchsten Gebirge unserer Erde seien deßhalb auch die ältesten oder überhaupt nur sehr alt. Die Geologie lehrt mit Gewißheit, daß sie vielmehr jung sind und den letzten Epochen der Erdentwickelung angehören. Zur Zeit der Juraperiode war von unseren Alpen noch keine Spur vorhanden; Rhein, Mosel, Elbe, Oder, Donau, überhaupt alle mitteleuropäischen Flüsse, existirten noch nicht; dafür bildete der Boden des heutigen Englands das Delta eines ungeheuren Flusses, von dessen Quelle und Verlauf wir nichts wissen. Er ist heute längst verschwunden und nur gewisse Formationen, Anschwemmungen durch Süßwasser an gewissen Punkten, Englands, beweisen uns seine voreinstige Existenz.

Die nächste ausgedehnte Formation ist die Kreidebildung; ihr gehört unsere weiße, zum Schreiben benutzte Kreide an, wenn gleich man nicht glauben darf, daß sie den Haupttheil der ganzen Formation bilde. Die weiße Kreide besteht aus den Panzern mikroskopisch kleiner Meerthierchen, sogenannter Foraminiferen; sie hat f

auf dem Grunde des Meeres gebildet oder abgelagert, und consequenterweise müssen wir annehmen, daß da, wo wir heute diese Formation in mächtiger Erstreckung auftreten sehen, einst das Meer fluthete. Die Kreidebildung ist nun sehr ausgedehnt; man trifft sie im nördlichen England, in Norddeutschland, in einigen Theilen der Niederlande und Frankreich, sowie in größter Erstreckung im mittlern Rußland. Man hat Karten entworfen, auf denen man die voreinstige Erstreckung des „Kreidemeeres" angegeben sieht. Nach dem Gesagten wird Niemand sich dieses Kreidemeer so vorstellen, als sei es ein Ocean, in welchem die Kreide geschlämmt oder in großen Brocken herumschwamm, sondern dieses Kreidemeer war eben ein gewöhnliches Meer, in welchem sich die Kreide durch den Lebensproceß der Foraminiferen bildete. Das Gleiche findet heute noch im Atlantischen Oceane statt, und sollte derselbe in einer sehr fernen Zeit aus der einen oder andern Ursache einmal trocken gelegt werden oder sollten sich große neue Inseln aus demselben erheben, so würden wir auch hier der Kreideformation begegnen. Von Thieren weist die Kreideformation, wie auch ihrer Entstehung nach nicht anders zu erwarten, Meeresbewohner auf, besonders zeigen die Saurier durch zahlreiche neue Gestalten, daß es ihnen damals sehr wohl erging. Haifischzähne kommen in der Kreideformation sehr zahlreich vor und beweisen, daß dieses Räubergeschlecht auch schon damals seinem blutigem Handwerke oblag. Ueberreste von Landsäugethieren sind dagegen aus der Kreide

genannt; darauf folgen die pliocenen und pleistocenen Bildungen, letztere sind die jüngsten und werden auch als Diluvium bezeichnet, während die gegenwärtigen durch Fluß- und Meeresabsätze erzeugten Bildungen, die Sand- und Lehm-Ablagerungen, Alluvium genannt werden.

Mit schnellem Sprunge haben wir hier den breiten Zeitstrom übersetzt, welcher zwischen der Ablagerung der eocenen Bildungen und der Gegenwart — wozu wir immerhin das ganze Auftreten des Menschen in der Geschichte rechnen dürfen — hinfließt. Aber es ist vielleicht eine ungeheuer lange Zeit verronnen, seit jener Epoche bis zum heutigen Tage! Eine große Anzahl von Thieren hat während dieser Periode gelebt und ist ausgestorben, die Gestalt des Festlandes hat sich mannigfach verändert, in Europa erhoben die Alpen ihre mächtigen Häupter in die Wolken und erst nachdem diese gewaltige Gebirgswelt entstanden war, konnten die Flüsse, die ihr heute nach allen Himmelsgegenden hin entfließen, ihren Ursprung nehmen. In der miocenen Zeit herrschte auf der nördlichen Erdhalbkugel ein tropisches Klima, bis in die Nähe des heute von Eis umpanzerten Nordpols gediehen der Lorbeer und die Palme. Auf dem gegenwärtig so öden Spitzbergen wuchsen in tropischer Ueppigkeit Eichen- und Buchenwälder, Platanen und Linden; auch Grönland war damals ein wahrhaft grünes Land. Mit der Zeit änderte sich das allerdings. Die schönen, sonnigen, warmen Jahrhunderte gingen vorüber und es

entstand eine große Kälte. Es mag romanhaft klingen dieses Eintreten der Kältezeit für unsere ganze Erdhälfte, nachdem zuerst ein so warmes Klima hier geherrscht; aber die Thatsache ist unbestreitbar. Die Kälteperiode oder die Eiszeit, wie man sie nennt, hat ihre Spuren ebenso unvertilgbar hinterlassen, wie die Periode großer Wärme. Es hat freilich recht lange gedauert, ehe man diese Spuren zu deuten verstand. Die zahllosen Felstrümmer, auch Irr- oder Wanderblöcke genannt, welche über die ganze norddeutsche Ebene bis weit nach Rußland hinein zerstreut liegen, stimmen ihrer Beschaffenheit nach ganz mit den Gesteinen der skandinavischen Gebirge überein, so daß es weiter keinem Zweifel unterliegt, daß sie von dort herstammen. Nur über die Art und Weise, wie sie von da ausgegangen und über die angegebene weite Fläche zerstreut wurden, hat man sich lange den Kopf zerbrochen ohne zu einem annehmbaren Resultate gelangen zu können. Endlich hat sich die Sache dahin geklärt, daß es Eismassen waren, welche jene Blöcke transportirten. Norddeutschland lag zur Eiszeit größtentheils unter Wasser, Skandinavien war ganz vereist, eine Art Grönland, wo ungeheure Gletscher von den Küsten ins Meer herabhängen. Diese Gletscher brachen an ihren unteren Enden häufig in gewaltigen Brocken ab und gaben dadurch Veranlassung zur Entstehung von Eisbergen. Noch heute kann man in der Davisstraße im arktischen Amerika solche Eisberge sehen, welche, mit Schutt und Steinen beladen, manchmal auch Eisbären

genannt; darauf folgen die pliocenen und pleistocenen Bildungen, letztere sind die jüngsten und werden auch als Diluvium bezeichnet, während die gegenwärtigen durch Fluß- und Meeresabsätze erzeugten Bildungen, die Sand- und Lehm-Ablagerungen, Alluvium genannt werden.

Mit schnellem Sprunge haben wir hier den breiten Zeitstrom übersetzt, welcher zwischen der Ablagerung der eocenen Bildungen und der Gegenwart — wozu wir immerhin das ganze Auftreten des Menschen in der Geschichte rechnen dürfen — hinfließt. Aber es ist vielleicht eine ungeheuer lange Zeit verronnen, seit jener Epoche bis zum heutigen Tage! Eine große Anzahl von Thieren hat während dieser Periode gelebt und ist ausgestorben, die Gestalt des Festlandes hat sich mannigfach verändert, in Europa erhoben die Alpen ihre mächtigen Häupter in die Wolken und erst nachdem diese gewaltige Gebirgswelt entstanden war, konnten die Flüsse, die ihr heute nach allen Himmelsgegenden hin entfließen, ihren Ursprung nehmen. In der miocenen Zeit herrschte auf der nördlichen Erdhalbkugel ein tropisches Klima, bis in die Nähe des heute von Eis umpanzerten Nordpols gediehen der Lorbeer und die Palme. Auf dem gegenwärtig so öden Spitzbergen wuchsen in tropischer Ueppigkeit Eichen- und Buchenwälder, Platanen und Linden; auch Grönland war damals ein wahrhaft grünes Land. Mit der Zeit änderte sich das allerdings. Die schönen, sonnigen, warmen Jahrhunderte gingen vorüber und es

[illegible]

[illegible] ist [illegible] zu [illegible]ten. [illegible] thalwärts [illegible] das Eis gerathen, [illegible] Gewalt über das [illegible] Gletscher fließt, gerieben, [illegible] entnehmen und das Gestein wie ge[illegible] [illegible] andere Felsen werden durch das Gletscher[illegible] u. s. w. In sehr nassen und kühlen Jahren [illegible] sich die Gletscher weit thalwärts aus, sie rücken [illegible] und transportiren dabei auf ihrem Rücken Steine

und Schutt, schieben auch große Gesteinmassen vor sich her. Die Steintrümmer und Schuttwälle werden Moränen genannt und sie sind Jedem entweder durch den Augenschein oder wenigstens aus Abbildungen von Gletschern der Schweiz bekannt.

Die Gletscher also bilden solche Moränen und nehmen sie bei ihrer Bewegung thalabwärts mit. Schmilzt aber das untere Ende des Gletschers zusammen, zieht er sich, wie dies in trocknen, warmen Jahren der Fall ist, zurück, so kann er natürlich die Schutt- und Steinwälle nicht ebenfalls mit zurücknehmen, diese bleiben vielmehr liegen und können bei ihrer Massenhaftigkeit, wodurch sie leicht der Zerstörung entgehen, noch nach vielen Jahrhunderten beweisen, wie weit der Gletscher voreinst thalwärts hinausgerückt war. Selbst wenn ein solcher Gletscher im Laufe der Zeit ganz zusammenschmelzen und verschwinden sollte, so würden doch die von ihm hinterlassenen Moränen, die gefurchten und polirten Felsmassen ꝛc. seine einstige Anwesenheit mit großer Sicherheit anzeigen. Auf diese Weise hat sich in der That ergeben, daß in einer gewissen Periode der Diluvialzeit die Gletscher der Alpen weit über ihre heutigen Grenzen ausgedehnt waren, ja daß die ganze Schweiz ein ungeheures Eis- und Gletscherfeld bildete, wie heute etwa das Innere von Grönland. Auch die Vogesen, der Schwarzwald, die Pyrenäen, ja selbst unser norddeutscher Harz war von riesigen Gletschern bedeckt. Von den Gebirgen Englands und Norwegens gilt selbstverständlich das Gleiche und auch in Nordamerika hat man die Spuren ehemaliger Anwesenheit von

Gletschern gefunden, wo heute solche überhaupt nicht vorhanden sind. Es herrschte damals eine allgemeine Eiszeit, wenigstens in dem größten Theile unserer Hemisphäre. Diese Thatsache steht fest, ja die geographische Vertheilung der Thier- und Pflanzenarten beweist sie ebenfalls. Als nämlich die große Kälteperiode sich mehr und mehr in den sonst gemäßigten Klimaten ausbreitete, mußten die dort lebenden organischen Wesen, welche nicht in wärmere Gegenden auszuwandern vermochten — und selbst Pflanzen thun dies — nach und nach untergehen und ihre Stelle nahmen solche Thiere und Pflanzen ein, welche gegenwärtig nur in nordischen Gegenden vorkommen. Als die Eiszeit ihr Ende erreichte, zogen sich die Organismen der Ebene mehr und mehr gegen Norden zurück, diejenigen des Gebirgs aber starben am Fuße desselben nach und nach aus und vermochten sich nur in derjenigen größern Höhe zu erhalten, wo es eben noch hinreichend kalt war. Und so finden wir heute auf den Gipfeln unserer höchsten vaterländischen Gebirge, der Sudeten, des Riesengebirgs 2c. Pflanzen gewissermaßen wie versprengte Flüchtlinge, deren Hauptverbreitungssphäre hoch oben in Skandinavien ist. Früher zerbrachen sich die Naturforscher viel den Kopf darüber, wie jene kleinen Pflanzenkolonien auf diese Bergspitzen gekommen seien, hundert Meilen von ihrer Heimath entfernt; wir sehen nun freilich klar, wie unter Vermittlung der Periode großer Kälte die Sache vor sich gegangen ist.

Wann fand die Eiszeit statt? Wie bemerkt, fällt sie in die Diluvialzeit, eine der allerjüngsten Perioden

der Erdentwickelung; verlangt man aber die Zahl der Jahre zu wissen, um welche sie hinter dem heutigen Tage liegt, so läßt sich darüber etwas Sicheres zur Zeit noch nicht geben. Noch vor nicht gar langer Zeit waren manche Naturforscher der Meinung, die Eiszeit liege mindestens Hunderttausende von Jahren hinter der Gegenwart, und diese Ansicht erregte um so größeres Aufsehen, als man damals schon gefunden hatte, daß zur Eiszeit Menschen lebten. Diese Ansicht von dem enormen Alter der Eiszeit, überhaupt der jüngsten diluvialen Perioden, muß gegenwärtig aufgegeben werden, sie war auch niemals eine wissenschaftlich sanctionirte Lehre, sondern eine Privatmeinung einzelner Gelehrten. Ich bemerke dies ausdrücklich, damit nicht der eine oder andere Leser zu dem Glauben verleitet werde, die Wissenschaft beruhe überhaupt auf so unsicherm Boden, daß sie heute dies und morgen das Entgegengesetzte für wahr und richtig ausgebe. Also, bezüglich des Alters der Eiszeit hat sich heute die Meinung mehr und mehr festen Boden erkämpft, daß wenigstens die letzten Zeiten dieser Kälteperiode noch in die historische Epoche hineinfallen. Keine einzige Thatsache beweist, daß die Menschen, welche in der Vorzeit in den Wäldern Mitteleuropa's das Renthier, das gewaltige Rhinoceros oder das ungeheure Mammuth jagten, vor den Tagen der Blüthe babylonischer und ägyptischer Cultur lebten. Früher hat man von der Anwesenheit dieser Jägernomaden der Vorzeit in Mitteleuropa überhaupt nichts gewußt. Man durfte zwar immer mit Fug und Recht annehmen, daß vor viertausend Jahren unser

auf dem Grunde des Meeres gebildet oder abgelagert, und consequenterweise müssen wir annehmen, daß da, wo wir heute diese Formation in mächtiger Erstreckung auftreten sehen, einst das Meer fluthete. Die Kreidebildung ist nun sehr ausgedehnt; man trifft sie im nördlichen England, in Norddeutschland, in einigen Theilen der Niederlande und Frankreich, sowie in größter Erstreckung im mittlern Rußland. Man hat Karten entworfen, auf denen man die voreinstige Erstreckung des „Kreidemeeres“ angegeben sieht. Nach dem Gesagten wird Niemand sich dieses Kreidemeer so vorstellen, als sei es ein Ocean, in welchem die Kreide geschlämmt oder in großen Brocken herumschwamm, sondern dieses Kreidemeer war eben ein gewöhnliches Meer, in welchem sich die Kreide durch den Lebensproceß der Foraminiferen bildete. Das Gleiche findet heute noch im Atlantischen Oceane statt, und sollte derselbe in einer sehr fernen Zeit aus der einen oder andern Ursache einmal trocken gelegt werden oder sollten sich große neue Inseln aus demselben erheben, so würden wir auch hier der Kreideformation begegnen. Von Thieren weist die Kreideformation, wie auch ihrer Entstehung nach nicht anders zu erwarten, Meeresbewohner auf, besonders zeigen die Saurier durch zahlreiche neue Gestalten, daß es ihnen damals sehr wohl erging. Haifischzähne kommen in der Kreideformation sehr zahlreich vor und beweisen, daß dieses Räubergeschlecht auch schon damals seinem blutigem Handwerke oblag. Ueberreste von Landsäugethieren sind dagegen aus der Kreide

nicht bekannt. Pflanzenreste kommen hier nur sehr selten vor.

Wie lange die Kreideperiode dauerte, weiß man nicht; jedenfalls aber umfaßt sie einen ausgedehnten Zeitraum und zwar für die eine Gegend von längerer, für die andere von kürzerer Dauer. Ihr lagern Schichten auf, welche man allgemein als tertiäre Bildungen zu bezeichnen pflegt. Sie sind sehr mannigfaltig und mehr oder weniger localisirt, gewissermaßen in Becken abgelagert, vor Allem merkwürdig durch die zahlreichen Ueberreste von Säugethieren, die sämmtlich heute längst ausgestorben sind. Die untersten Tertiärschichten enthalten reiche Lager von Braunkohlen, die wie die älteren Steinkohlen ebenfalls pflanzlicher Natur sind. Auch Bitumen oder Erdöl (Petroleum) entquillt in ungeheuren Massen diesen Schichten an verschiedenen Orten der Erdoberfläche. In der Braunkohlenformation hat man die Ueberreste eines gewaltigen Thieres entdeckt, dem der französische Naturforscher Cuvier den Namen Paläotherium beilegte. Es hatte äußerlich fast ganz das Ansehen unsers heutigen Tapirs, war aber bei weitem größer, einige Arten desselben übertrafen sogar an Höhe unser Pferd. Ein College des Paläotheriums war das Anoplotherium, eine Art Wiederkäuer von der Größe unsers Esels. Bemerkenswerth ist auch noch das Zeuglodon, ein Walthier, dessen Ueberreste in ungeheurer Menge in einigen Staaten Nordamerika's gefunden werden. Das Thier muß mindestens 60 Fuß lang gewesen sein, ja, der Erste, welcher Skelettheile desselben

der Ferne einen schnellen Strauß, den er aber nicht erreichen kann, und zeigt er sich in der Nähe der Schaafhürden der Beduinen, so begrüßen ihn diese mit Pulver und Blei. Aus diesen Gründen können die heutigen Löwen nicht mehr die Größe und Wildheit ihrer alten Vorgänger erreichen und ist es wohl nicht zweifelhaft, daß sie mit der Zeit ganz aussterben werden. Im algerischen Atlasgebiete sollen heute keine zwei Dutzend Löwen mehr vorhanden sein.

Zu den merkwürdigsten Entdeckungen, welche das Zusammenleben des Menschen mit dem Höhlenbären und andern Thieren der Vorwelt documentiren und welche gleichfalls beweisen, daß in der Periode der mitteleuropäischen Eiszeit hier Menschen wohnten, gehört der Fund an der Schussenquelle in Schwaben, zwischen dem Rhein- und Donaugebiete. Ein Zufall führte zur Auffindung zahlreicher Knochen und Geweihe in einer 4 bis 5 Fuß mächtigen Schlammschicht. An dem Orte, wo die Professoren Fraas und Haßler persönlich die Ausgrabungen leiteten, befand sich früher ein kleiner Weiher, der ehemals von Prämonstratenser Mönchen angelegt worden, gegenwärtig aber längst ausgetrocknet und dicht mit Schilfrohr bewachsen war. In der vorhistorischen Zeit war die ganze Umgegend von mächtigen Gletschern bedeckt gewesen.

Denn nach ihrem Rückzuge haben sie ungeheure Schuttwälle oder Moränen zurückgelassen, die heute aus den Torf- und Moorgründen, die sich seitdem bildeten,

als Zeugen der Vergangenheit hervorragen. Nachdem die Torfdecke von der zur Ausgrabung bezeichneten Localität weggeräumt war, traf man auf ein 4 bis 5 Fuß dickes Lager von Kalktuff. Er ist nach der Meinung von Fraas aller Wahrscheinlichkeit nach ein Product der auf dem benachbarten Kiesrücken (ebenfalls einer Moräne) entspringenden Schussenquelle, indem er sich durch nichts von jenen Tuffbildungen unterscheidet, die heute noch allenthalben an Berggehängen entstehen, wo kalkhaltige Wasser rieseln. Dieser Tuff bildet sich aber nur an der Erdoberfläche unter dem Einflusse der Verdunstung. Wir haben also hier die alte Bodenfläche vor uns und in der That fanden sich in dem Kalksande zahllose kleine Landschnecken, alle übereinstimmend mit solchen, die noch heute dort vorkommen. Auch einzelne Thierknochen fanden sich in dem Kalktuffe, aber sie waren so morsch, daß sie zwischen den Fingern zerbröckelten. Man grub weiter und stieß auf eine vortrefflich erhaltene Moosschicht, es waren alles Moosarten, die heute nur hoch im Norden oder auf den Spitzen der Alpen angetroffen werden — ein neuer Beweis für das kalte Klima der Gletscherzeit in Schwaben. „Erst was hier unten," sagt Professor Fraas, „zwischen Tuff und Gletscherschutt lag, eingehüllt vom feinsten Sande und von dem Moose, konnte als „Fund" angesehen werden; denn Alles lag frisch und fest, als ob man die Sachen erst kürzlich zusammengetragen hätte, in Haufen bei einander." Und dennoch, welche lange Reihe von Jahrhunderten ist vergangen seit dem Tage,

da sich diese Ueberreste mit Erde bedeckten, bis heute, wo sie ausgegraben werden! Völker und Reiche: Persien, Griechenland, Macedonien, Rom, das alte deutsche Reich u. s. w., alle sind entstanden und wieder verschwunden, während der Zeit, als jene Ueberreste an der Schussenquelle im Boden ruhten. Kaum mag etwas Anders existiren, was eindringlicher als solche Reste die Vergänglichkeit alles Irdischen predigte! Sehen wir uns jetzt diese Ueberbleibsel etwas genauer an. Unter den Knochen fanden sich viele von einem kleinen Ochsen, sowie von einer großköpfigen Pferderasse, am zahlreichsten aber solche vom Renthiere, das heute nur hoch im Norden lebt. Weniger häufig waren Knochen eines großen Bären, des Vielfraß und des Eisfuchses. Dagegen wurde nicht die geringste Spur von Ueberresten irgend eines Hausthiers: des Rindes, des Schweines, des Haushundes 2c. gefunden. Der Mensch, der damals an der Schussenquelle hauste, besaß offenbar noch kein Hausthier, er hatte noch keines zu zähmen verstanden.

Daß der Mensch damals an der Schussen lebte, beweisen die Gegenstände, welche er in roher Weise aus den Thierknochen herstellte und die sich in zahlreichen Exemplaren vorfanden. Sie sind meist entweder zerbrochen oder sonst beschädigt, so daß es scheint, als habe man in der Fundstelle am Schussenweiher eine alte Abfallgrube vor sich, in welche allerdings nichts Brauchbares hineingeworfen wird. Die Knochen der Thiere waren alle aufgeschlagen, um das Mark herauszunehmen; einzelne geschwärzte Steine deuteten darauf, daß sie einst in der

mittelbaren Nähe des Feuers gestanden haben, aber nicht die geringste Spur von irdenem Geschirr fand sich vor, obgleich große Lehmlager, welche man heute benutzt, in der Nähe sind.

Die Mehrzahl der aufgefundenen Renthiergeweihe ist mit scharfen, zu Messern benutzten Steinen bearbeitet worden. Verschiedene halbkreisförmig gebogene Stangen fanden sich der Länge nach aufgeschnitten, so daß die Innenseite fehlt. Das herausgearbeitete Stück diente wahrscheinlich als Angel, Pfeil- oder Speerspitze. Der Rest des Geweihes wurde als unbrauchbar fortgeworfen. Auch eine Anzahl von Dolchen und Bolzen aus Renthiergeweih fand sich vor. Einer der letztern war nicht rund, sondern rautenförmig zugeschliffen, ganz nach Art der mittelalterlichen eisernen. Auf der breiten Seite liefen in der ganzen Länge des Stückes zwei Rinnen, vielleicht Kanäle zur Aufnahme von Gift.

Aehnliche Entdeckungen wie an der Schussenquelle hat man auch an verschiedenen Orten Frankreichs gemacht; auch hat man daselbst menschliche Ueberreste gefunden, manche unter Verhältnissen, welche darauf hindeuten, daß die Urbewohner — wie noch gegenwärtig manche Wilden der Südsee — Menschenfresser waren und gelegentlich der Stärkere den Schwächern auffraß. Daneben ist es merkwürdig, daß man auf einzelnen Renthierknochen aus französischen Höhlen eingekritzelte Zeichnungen gefunden hat und zwar von außerordentlicher Naturtreue. Den Naturforschern schwirrte der Kopf, als sie zu

diese Knochenplatten zu Händen nahmen, auf denen ein deutliches, richtiges — Mammuth gezeichnet war, ganz übereinstimmend mit den Vorstellungen, welche man sich auf Grund der Knochenausgrabungen von diesem längst ausgestorbenen Thiere gemacht hatte! Es wurden Stimmen laut, daß Betrug im Spiele sei, aber die Sache hat sich bestätigt, man besitzt gegenwärtig eine große Anzahl von Zeichnungen, welche auf fossiles Elfenbein, auf Knochen ausgestorbener Thiere, eingeschnitten sind. Ich glaube nicht, daß ein Verständiger, der diese Zeichnungen betrachtet, sich wird einreden lassen, sie seien vor hunderttausend Jahren eingeschnitten worden und stimme gern der ausgesprochenen Meinung bei, daß sie vielmehr unter dem directen oder indirecten Einflusse griechischer Cultur entstanden. Zur Zeit der Blüthe Griechenlands, als die italienische und südfranzösische Küste mit griechischen Niederlassungen bedeckt oder wenigstens von Handelsleuten zeitweise besucht war, mögen die alten Jäger gelebt und durch die Fremden das Einschneiden von Zeichnungen gelernt haben. „Von allen Seiten," sagt Professor Fraas, „drängen die Thatsachen zu der Ansicht, daß die Mittelmeergegenden und ein großer Theil von Europa früher, sowohl in der historischen als in der geologischen Zeit, eine gleichmäßigere Temperatur gehabt, weil das Klima ein feuchteres war. Zu derselben Zeit, da in Mitteleuropa in Folge dessen Erscheinungen sich beobachten ließen, die jetzt nur noch dem hohen Norden eigen sind, zu derselben Zeit, da die Gletscher der Alpen zur Donau sich erstreckten, da Donau

und Rhein aus gemeinsamer Eisquelle sich speisten, zu derselben Zeit waren auch noch Wälder am Parnaß und Helikon und fette Weideplätze an den Ufern des Euphrat zu sehen. *Einer* Grundursache ist es zuzuschreiben, daß sich im Laufe der Zeit das Gleichmaß der Temperatur auf unserer Hemisphäre änderte. Mag sie nun heißen, wie sie wolle, in Folge dieser Ursache schmolzen allmählich die Gletscher in Frankreich und Schwaben ab, es machte aber auch in Griechenland die Pinie der Strandföhre und der Knoppereiche Platz und eben darum weht jetzt über die Trümmer Babylons der heiße Wüstenwind. Das Alter der schwäbischen Eiszeit und der Ansiedlung der Menschen an dem Ufer der Schussen weiter zurückzuverlegen, als in die Blüthezeit des babylonischen Reiches oder in die Zeit von Memphis und seiner Pyramiden, dafür liegt auch nicht *ein* gültiger Grund vor."

Ganz kürzlich hat man im Hohlefels bei Blaubeuren ebenfalls zahlreiche Spuren voreinstiger Anwesenheit der Menschen aufgefunden. Diese Höhle ist dadurch ausgezeichnet, daß sie besonders viele und gut erhaltene Ueberreste des gewaltigen Höhlenbären enthält. Vielleicht diente sie in einer sehr alten Zeit diesen gewaltigen Thieren zeitweise zum Aufenthaltsorte, später aber erschien der Mensch, vertrieb den grimmigen Bären aus seiner Höhle und wählte sie zum eigenen Aufenthaltsorte. Nach den genauen, sorgfältigen Untersuchungen von *Fraas* ist es nicht zu bezweifeln, daß der Mensch die Bärenknochen in die Höhle schleppte und zwar nicht die Knochen allein, sondern die ganzen Thiere mit Haut und Haar, welche

auf der Jagd seine Beute geworden. In der Höhle wurden die Thiere verspeist und einzelne Knochen, besonders die Kiefer mit den Vorderzähnen, zu Waffen und sonstigen Werkzeugen zurecht gemacht. Merkwürdig ist eine große Menge durchbohrter Pferdezähne, welche man zwischen den Bärenknochen fand; es scheint, daß sie von den Urmenschen an einer Schnur getragen wurden, vielleicht als Zierrath oder auch zu abergläubischen Zwecken. Das Pferd spielte bekanntlich in den abergläubischen Vorstellungen der alten Deutschen eine große Rolle. Damals, als der Hohlefels von Menschen bewohnt war, welche den Höhlenbären jagten, lebte in den deutschen Wäldern auch noch das Mammuth und das Rhinoceros. Selbst diese Riesenthiere fielen dem Höhlenbewohner trotz seiner elenden Waffen zur Beute; sie konnten aber, eben wegen ihrer Größe, nicht von ihm in die Höhle hineingeschleppt werden, darum zerlegte man sie draußen und brachte nur einzelne Theile: Zähne, Füße und Kinnladenstücke, vielleicht als Trophäen mit in die Grotte.

Außer den hier besprochenen sind noch eine Menge anderer Funde gemacht worden, auf die ich jedoch, des beschränkten Raumes halber, jetzt nicht eingehen kann. Eine Reihe hoch interessanter Entdeckungen hat uns gegenwärtig das Leben des Urbewohners von Europa, ihre Sitten und Gebräuche in allgemeinen Zügen kennen gelehrt. Wir erkennen aus denselben eine furchtbare Vergangenheit des uncivilisirten Menschengeschlechtes; Krieg und Fehde herrschten ununterbrochen und die blutigsten Opfer

wurden massenhaft einem furchtbaren Wahnglauben geschlachtet, der uns aus den Ueberresten der Opfer entgegengrinst, finster wie die Wälder, in denen der armselige Wilde hauste. Fast muß man bedauern, daß so furchtbare Scenen einer Vergangenheit, von der keine schriftliche Ueberlieferung zu uns gelangte, durch die Wissenschaft an's Tageslicht gezogen werden. Aber hatten nicht selbst die sonst so hoch gebildeten Griechen ihre Menschenopfer und wurden nicht zu Rom sogar noch im 4. Jahrhundert nach Christus bisweilen im Geheimen dem Jupiter Menschen geschlachtet?

Wirbelstürme und Wettersäulen.

Wettersäulen und Wirbelstürme gehören, obgleich sie nicht eben selten auftreten, auch gegenwärtig noch zu denjenigen Naturerscheinungen, die wissenschaftlich wenig ergründet sind. Um so dankenswerther ist es daher, daß Professor Reye in Straßburg sich der Aufgabe unterzogen hat, auf Grund einer möglichst umfassenden Zusammenstellung alles bisher über diese Erscheinungen Bekannten, die ursächlichen Beziehungen aufzudecken, denen jene Phänomene ihre Entstehung verdanken.*)

Reye unternimmt es zunächst, den Nachweis zu führen, daß von den lokalisirten Wirbelwinden, den Staub- und Sandsäulen und Tromben, bis zu den Tornados und den größten Cyklonen ein ursächlicher, durch allmähliche Uebergänge angedeuteter Zusammenhang besteht. Diese Ansicht ist nicht neu; schon Piddington hat darauf hingewiesen, daß zwischen den Wasserhosen

*) Dr. Theodor Reye, die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen in der Erdatmosphäre, mit Berücksichtigung der Stürme in der Sonnenatmosphäre.

und den Tornados eine große Anzahl von Zwischenstufen sich nachweisen lasse und auch Dove hat gelegentlich die Tromben mit Wirbelwinden in Zusammenhang gebracht. Reye aber gebührt das Verdienst, diesen Zusammenhang zuerst mit wissenschaftlicher Evidenz nachgewiesen zu haben.

Er beginnt seine Untersuchungen mit dem Nachweise des Auftretens heftiger Wirbelwinde bei großartigen Bränden. Olmstedt hat, wohl zuerst, auf diese Thatsache hingewiesen und ein lehrreiches Beispiel davon mitgetheilt. Ein von einzelnen Bäumen besetztes Rohrgebüsch am Ufer des Black-Warrior-Flusses bei Tuscalosa in Alabama, welches eine Fläche von 25 Acres bedeckte, wurde angezündet. Nachdem das Feuer sich ausgedehnt hatte, begannen Wirbelwinde von großer Mannigfaltigkeit der Form sich in dem heißesten Theile desselben zu zeigen. „Sie waren zuerst von verhältnißmäßig kleinem Maßstabe, da ihre Höhe 35 bis 40 Fuß nicht überstieg. Dann aber folgten andere in größerm Maßstabe, bis sie mehr als 200 Fuß Höhe erreichten. Die Flamme und der Rauch, welche ihre Säule bildeten, waren durchaus von der allgemeinen Masse, die von dem Feuer aufstieg, verschieden. Selbst als das Feuer bis zu großer Ausdehnung niedergebrannt war, bildeten sich viele Wirbelwinde über der Asche.“ Olmstedt unterschied vier verschiedene Arten von Wirbelwinden. Zunächst solche, welche stationär über einem Theile des Feuers, das heißer als die benachbarten Regionen war, sich bildeten, nach oben hin trichterförmig erweitert wurden und mit

ihrem Fuße auf Haufen brennenden Rohres ruhten. Eine andere Art zeigte fortschreitende Bewegung. Diese treten meist über der Asche auf, indem sie oben in der Luft entstehen. Gegen Ende des Brandes zeigten sich einige Wirbelwinde von dieser Form, gleich Kreiseln von einem Theile des Feuers zum andern wirbelnd, indem sie ihren Weg durch Fortblasen der Asche und der Kohlen bezeichneten und nur wenig Asche emportrugen, die gerade unter den Spitzen ihres Kegel lag. Eine dritte Art von Wirbelwinden bildete sich auf einem Haufen brennenden Rohres. Die Flamme wirbelt empor in eine Säule, wo sie erlischt und wo ihr ein dunkler Zwischenraum von Rauch folgt; oben gegen das Ende bricht die Flamme von neuem hervor. Die Wirbelwinde der vierten Art waren merkwürdig wegen des gänzlichen Fehlens der Trichterform, ihres kleinen Durchmessers und der oft über 100 Fuß betragenden Höhe. In diesen langen, cylindrischen Wirbeln war die Rotationsbewegung überall vollkommen deutlich, indem der schwarze Rauch in Windungen gegen den Gipfel der sichtbaren Säule wirbelte; oben waren diese Wirbel manchmal vom Winde gebogen, mehrere, die nahezu horizontal umgebogen worden, wirbelten noch rasch. Zu Anfang des Brandes herrschte NO, aber kurz nach Beginn blies die Luft unten von allen Seiten gegen die Mitte des Feuers. Die Rauchsäulen stiegen mehr als 600 Fuß fast senkrecht in die Höhe, bogen sich dann plötzlich und zeigten hierdurch genau an, wo der herrschende NO über jene das Feuer umgebenden Strömungen die Oberhand erhielt.

Noch großartigere Wirbelwinde entstehen häufig gelegentlich der ungeheuren Brände, durch welche die nordamerikanischen Urwälder gelichtet wurden. Als 1824 Dr. Cowles bei Amherst an einem warmen, ruhigen Tage 7 Acres ausgeschossenes Bau- und Reisigholz anzünden ließ, vereinigten sich Rauch und Flammen zu einer großen wirbelnden kegelförmigen Säule, die von heftigem Brausen oder Brüllen begleitet war. Bei einem ähnlichen Brande in Stockbridge war der Wirbelwind so heftig, daß er junge Bäume von 6 bis 8 Zoll Dicke aus dem Boden riß und 40 bis 50 Fuß emportrug. Aehnliche wirbelnde Säulen bilden sich bisweilen über den Kratern thätiger Vulcane. Professor v. Seebach beobachtete am 8. April 1866 während der Eruption des Vulcans von Santorin eine solche Aschentrombe, die plötzlich, von dem gewöhnlichen Donnern begleitet, in Form einer gewaltigen Dampfschraube aufstieg und nach genauer Messung 580·7 Meter Höhe erreichte. Bisweilen verdichten sich die im Wirbelwinde mit emporgerissenen Wasserdämpfe über der Rauchsäule zu Regen bringenden und Blitze aussendenden Wolken. Ganz ähnliches zeigt sich auch bei den gewöhnlichen Wetter- und Wassersäulen, so daß, wie Prof. Reye hervorhebt, jedem Unbefangenen sich die Frage aufdrängen muß, ob diese letzteren nicht ebenfalls aufsteigende Luft- und Dampfmassen sind, die gleich jenen Feuer- und Rauchsäulen sich um ihre Axe drehen.

Die Ursache der wirbelnden Bewegung sucht Reye in der Wärme, indem diese durch Ausdehnung die Luft

und den Rauch zum Aufsteigen zwingt und ein Herbeiströmen der benachbarten Luft veranlaßt. Weil aber dieses Herbeiströmen niemals von allen Seiten ganz gleichförmig sein kann, so tritt schon anfangs ein excentrischer Zufluß und damit eine schwache spiralförmige Bewegung der aufsteigenden Luft ein. „Die immer rascher nachströmende Luft folgt diesen ersten Spiralwindungen, weil sie in deren Richtungen den kleinsten Widerstand findet und durch die wachsende Geschwindigkeit wird die Centrifugalkraft der Luftmassen und damit zugleich die Anzahl der beschriebenen Windungen vergrößert." Es unterliegt wohl kaum noch einem Zweifel, daß diese Erklärung der wirbelnden Bewegung die richtige ist.

Gehen wir jetzt zu den eigentlichen Wettersäulen über, so begegnen wir ihrer einfachsten Form in den kleinen Wirbeln, welche bisweilen an stillen Tagen auf größeren Plätzen und an Kreuzwegen Sand und Blätter emporheben und oft nicht eine halbe Minute andauern. Großartiger schon kommen solche Staubwirbel in den russischen Steppen vor, aber am bekanntesten sind die hohen Säulen beweglichen Sandes in der Sahara, von denen man ehedem fabelte, daß sie ganze Karawanen verschütten könnten. Auch in Australien kennt man diese rotirenden Staubsäulen, besonders häufig treten sie in schattenlosen Ebenen auf. Belt, der diese australischen Luftwirbel genau beobachtet hat, spricht die Ueberzeugung aus, daß sie die Canäle seien, welche die erhitzte Luft vom Boden zu den höheren Regionen führen.

Ueber heißen Lavabetten entstehen ebenfalls nicht

selten Wirbelsäulen, ja echte Tromben, wie eine solche Hamilton am 30. Juni 1794 während eines Ausbruchs des Vesuvs beobachtete. Es ist unzweifelhaft, daß die Entstehungsursache hier dieselbe ist, wie bei den Wirbelwinden über Brandstätten.

Den Wettersäulen geht meist eine drückende, schwüle Luft voraus, oft herrscht völlige Windstille, immer aber erscheinen die Windverhältnisse der Art, daß man sie nicht mit dem Phänomen in nähere Beziehung bringen kann. Die Form dieser Gebilde ist mannigfaltig; bald und vorzugsweise bei den Landtromben, trichterartig, bald — bei den Wasserhosen — schlauchartig und am Fuße von aufwirbelnden Wasserdünsten und schäumendem Wasser umgeben. Höhe und Durchmesser sind verschieden, erstere kann 2000, ja bis 5- oder 6000 Fuß betragen. In vielen Fällen erkennt man aus der Art und Weise der in der Nähe der Trombe angerichteten Verheerungen, daß ein allseitiges Heranströmen der Luft gegen den Fuß der Säule stattfand.

Was die Ursache der Wettersäulen anbelangt, so hält Reye dafür, daß diese Phänomene verticale Luftströme seien, welche die warme und feuchte Luft von der Erdoberfläche strudelnd emporführen oder auch kalte Luft von oben zu ihr herabbringen. „Die Plötzlichkeit," sagt Reye, „mit der sich die Wettersäulen wie von selbst in ruhiger Atmosphäre bilden und die Heftigkeit ihres Auftretens legen den Gedanken nahe, daß ihnen ein labiles Gleichgewicht der Luft vorhergehe und daß durch sie die gewaltsame Umwälzung der Luftschichten

geschehe, mit welcher das labile Gleichgewicht sich wiederherstellt. Wirklich müßte bei labilem Gleichgewichte der Atmosphäre die Bewegung eines immerhin nicht breiten Luftstromes rasch an dem zähen Widerstande der durchbrochenen ruhenden Luftschichten erlahmen, ähnlich wie wir es bei den Rauchsäulen unserer Kamine wahrnehmen. Die Entstehung jenes labilen Gleichgewichts in ruhiger Atmosphäre ist nun aber unschwer zu erklären. Vom erwärmten Boden aus wird nämlich an windstillen, sonnigen Tagen den unteren Luftschichten ganz allmählich eine höhere Temperatur ertheilt, so daß sie sich langsam ausdehnen. Bei unruhiger Luft oder auf ungünstigem Terrain würde sehr bald diese erwärmte Luft sich ähnlich wie die Dampfblasen in kochendem Wasser in kleineren oder größeren Massen vom Boden ablösen und aufsteigen, während an anderen Stellen die kältere Luft herabsinkt und sich über den Boden ausbreitet; durch derartige Bewegungen erklärt man ja das Zittern der Luft über Oefen, erhitzten Kieswegen u. dgl. Aber unter günstigen Verhältnissen können die untersten Luftschichten örtlich so stark erwärmt werden, daß sie trotz des auf ihnen lastenden größern Luftdruckes sogar specifisch leichter werden als die über ihnen befindlichen Luftschichten. Beweis hiefür sind die trügerischen Luftspiegelungen in den Sandwüsten, nicht selten wenige Minuten bevor der gefürchtete Wüstensturm sich erhebt. Bei einer zufälligen, vielleicht durch einen Reiter oder den Schatten einer Wolke hervorgerufenen Störung des Gleichgewichtes setzt sich dann die allmählich angesammelte Wärmemenge plötzlich in Be-

wegung um und die Luft reißt in heftigem Auftriebe wirbelnde Säulen von Sand hoch mit sich empor.“ Die Frage: bei welchen Temperaturverhältnissen ruhende Luft in labilem Gleichgewichte ist, beantwortet Reye auf dem Wege der Rechnung dahin, daß dies stattfindet, wenn die Temperatur der Luft für je 100 Meter Erhebung um mehr als 1° C. abnimmt. Ein solcher labiler Gleichgewichtszustand der Atmosphäre kann aber ebenso leicht zu abwärts wie zu aufwärts gerichteten Luftströmen führen. Wenn trotzdem die aufsteigenden Tromben weit zahlreicher sind, so findet Reye den Grund dazu in der Anwesenheit des atmosphärischen Wasserdampfes. „In niedersinkenden Luftströmen behält dieser Dampf seine Gasform bei; in aufsteigenden dagegen verdichtet er sich wegen rascher Erkaltung der Luft zu Nebel und seine bedeutende hierbei frei werdende latente Wärme dehnt die Luft aus und treibt sie noch schneller empor.“ Durch Rechnung und Versuch gelangte Reye zu dem Ergebnisse, daß feuchte Luft viel leichter in der Atmosphäre aufsteigt als trockene. Erstere kann dies bereits, wenn die Temperaturabnahme pro 100 Meter Erhebung $\frac{1}{3}$° C. beträgt, und zwar ist die erforderliche Größe dieser Abnahme abhängig von dem Gewichtsverhältnisse des Dampfes und der Luft, die gleichzeitig in demselben Raume enthalten sind. Reye beschreibt specieller wie sich auf Grund der von ihm entwickelten Theorie die Entstehung einer Trombe gestalten muß; wir sehen hiervon an diesem Orte ab und wenden uns direct zu denjenigen Erscheinungen, welche von den amerikanischen Meteorologen bald den Tromben

und bald den Orkanen zugezählt werden, nämlich zu den Tornados.

Wenn dieselben der äußern Gestalt nach den Wettersäulen gleichen, so übertreffen sie diese doch weit an Ausdehnung, indem die Breite ihrer Bahn bis zu 1 engl. Meile beträgt, die Länge zwischen 2 und mehreren Hundert engl. Meilen schwankt und die Geschwindigkeit der Fortbewegung durchschnittlich 37 engl. Meilen pro Stunde ist. Mit sehr geringer Ausnahme bewegen sich alle Tornados nach Osten, mit einer geringen Abweichung gegen Nord und nicht selten treten mehrere in 20 bis 100 Kilometer Abstand zugleich auf und durchlaufen parallele Bahnen. Der Tornado hüpft auf und nieder, er überspringt oft weite Strecken, nimmt über Baumwipfel seinen Weg und kommt wieder auf den Boden. Alle diese Erscheinungen lassen sich, wie Reye specieller zeigt, nach seiner Auffassung der Wettersäulen ungezwungen erklären, während sie nach den älteren Anschauungen und auch nach der Redfield'schen Wirbeltheorie, unerklärlich erscheinen.

Während bei den Tornados heftige, centripetal gerichtete Luftströmungen stattfinden, tritt bei den großen ost- und westindischen Orkanen eine vorwaltende Wirbelbewegung der Luft auf. Colonel Capper hat zuerst, 1801, auf Grund von 20jährigen Beobachtungen die Behauptung aufgestellt und vertreten, daß die ostindischen Orkane große Wirbelwinde seien. Das Gleiche behauptete 1828 Dove von dem großen Weihnachtssturme des Jahres 1828; bezüglich der nordamerikanischen Küsten-

stürme kam Redfield 1831 zu dem gleichen Ergebnisse und bemerkte noch, daß diese Stürme sich gegen die Sonne im Sinne SONW drehen, daß im Centrum das Barometer sehr niedrig stehe und dieses Barometerminimum mit veränderlicher Geschwindigkeit fortschreite. Reid erkannte die merkwürdigen regelmäßigen Bahnen der Centra der ostindischen Orkane und bewies, daß die Cyklone der südlichen Hemisphäre sich durch SWNO drehen. Piddington und Thon haben später die Wirbelstürme der chinesischen und ostindischen Meere genauer untersucht. Ersterer führte für diese Stürme auch den Namen Cyklone ein.

Bei den Cyklonen rotirt, wie bereits erwähnt, die Luft in Kreislinien um ein fortschreitendes Centrum in einer Richtung, welche der Bewegung eines Uhrzeigers entgegengesetzt ist. Außer dieser Wirbelbewegung existirt aber auch eine merkliche Bewegung der Luft gegen das Centrum hin; Redfield hebt diese spiralförmige Bewegung der wirbelnden Luftmassen wiederholt ausdrücklich hervor. Piddington hat durch seine Bearbeitung des Tagebuchs des Brig „Charles Heddle", welche am 22. Februar 1845 etwa 210 Seemeilen N bei O von Mauritius von einem Orkane aus OSO gefaßt wurde und die nach Verlust der Segel bis zum 27. Februar mit dem Winde lief, einen wichtigen Beweis für die spiralförmige Bewegung geliefert.

Was die Geschwindigkeit, also die Wuth des Windes anbelangt, so nimmt sie innerhalb des Wirbels von außen nach innen zu, im Centrum selbst aber herrscht

entweder Windstille oder es treten doch nur schwächere, veränderliche Winde auf. Die kleineren Wirbelwinde, wie die Teifuns der chinesischen Meere, sind meist die heftigsten; auch bei den westindischen Stürmen gilt es als Regel, daß die Stärke des Windes sich vermindert in dem Maße als der Orkan seine Wirbel ausdehnt. Reye hat die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Wirbelstürme genau untersucht und zusammengestellt. Hiernach bläst der Sturm einer Cyklone überhaupt nicht gleichmäßig, sondern meistens in heftigen Böen und Stößen. Dichte Wolken und starke Regengüsse sind ständige Begleiter der Wirbelstürme, meistens auch Donner und Blitze. Während ganz unten der Sturmwind in Spiralwindungen allmählich nach innen strömt, treibt er oben die flüchtigen Sturmwolken nach außen fort und entfernt sie von der Axe der Cyklone. Mit letzterm steht wahrscheinlich die bekannte Thatsache in Verbindung, daß die Vorerscheinungen eines Sturmes in der Wolkenregion oft viele Stunden vorher bemerkt werden, ehe unten noch eine Aenderung in der Luftbewegung eintritt. „Ein ungewöhnlich niedriger Barometerstand wird in allen Wirbelstürmen wahrgenommen und zwar fällt das Barometer immer tiefer, je näher man dem Centrum eines solchen Sturmes kommt."

Die Größe des Barometerfalles wächst mit der Intensität des Sturmes. Im Allgemeinen ist unter den Tropen der Fall des Barometers gegen das Centrum der Cyklone hin viel jäher und rascher, als in den gemäßigten Zonen; weil aber in diesen letzteren die Durch-

[illegible]

[illegible]

Cyklone anbelangt, so kommen in beiden Erdhälften die meisten in den heißen Monaten vor. Poey hat eine Zusammenstellung von 355 in Westindien und dem nördlichen atlantischen Oceane zwischen 1493 und 1855 beobachteten Orkanen geliefert. Hiernach hat man folgende Vertheilung auf die Monate

Januar	5	April	6	Juli	42	October	69
Februar	7	Mai	5	August	96	November	17
März	11	Juni	10	September	80	December	7

Was die mechanische Wirkung der Orkane anbelangt, so ist dieselbe ungeheuer. Reye hat auch in dieser Beziehung viel Material gesammelt, was man in seinem Werke nachlesen kann. Derselbe Gelehrte hat berechnet, daß der Cuba-Orkan vom 5. bis 7. October 1844, allein zur Bewegung der einströmenden Luft mindestens eine Arbeit von 473 Millionen Pferdekraft während dreier vollen Tage aufwendete. Ob dieser ungeheure Aufwand an mechanischer Arbeit, wie Reye will, mindestens 15mal größer ist, als alle Windmühlen, Wasserräder, Dampfmaschinen und Locomotiven, Menschen- und Thierkräfte der ganzen Erde in der gleichen Zeit leisten, möchte ich freilich bezweifeln, aber immerhin ist dieser Aufwand an mechanischer Kraft ganz ungeheuer und es muß bei jedem Versuche die Entstehung der Cyklonen zu erklären, dieser Punkt vor allem ins Auge gefaßt worden, weil niemals mechanische Kraft von selbst entstehen kann. „Nur eine einzige Art atmosphärischer Vorgänge von ähnlicher räumlicher Begrenzung," sagt Reye, „läßt sich von mechanischem Standpunkte aus mit dieser Leistung

der Wirbelstürme vergleichen, das sind die ausgedehnten heftigen Regengüsse, welche die Cyklonen regelmäßig begleiten.

Indem Professor Reye zur Untersuchung der Ursachen der Wirbelstürme übergeht, bemüht er sich zunächst, den Beweis zu liefern, daß von den Wirbelwinden und Wasserhosen bis zu den Kreiselorkanen eine vollständige Reihe von Uebergängen existirt. Diesen Nachweis kann man durch seine Arbeit gegenwärtig in der That als erbracht ansehen und er gibt einen deutlichen Fingerzeig über die Entstehung und Fortdauer der Wirbelstürme. „Wie in den Wirbelwinden und Wettersäulen der verticale in den meisten Fällen aufsteigende Luftstrom das Ursprüngliche ist, indem er das Heranströmen der Luft zum Fuße, die Abnahme des Luftdruckes, die rasche Bildung von Regen- und Gewitterwolken verursacht und die größten mechanischen Wirkungen hervorruft: so auch in den Wirbelstürmen. Darauf weist uns auch die ungeheure Menge von Luft hin, welche unten in den Cyklonen allmählich gegen die luftdünne Mitte heranströmt; denn die mindestens 420 ⅓ Millionen Kubikmeter Luft pro Secunde, welche tagelang in den Cuba-Orkan eingeströmt sind, können nicht vom Meere verschlungen, sondern müssen vielmehr in der Nähe des Centrums aufgestiegen sein. Darauf weisen uns endlich die ausgedehnten Wolkenmassen hin, von denen die Cyklonen überdeckt sind und die gewaltigen Regenmengen, die fortwährend aus ihnen herabstürzen. Namentlich diese Regenmengen wären ganz unerklärlich, wenn man die Annahme nicht gelten lassen

wollte, daß sie in Form von durchsichtigem Wasserdampf mit der aufsteigenden Luft zu den stets sich erneuernden Wolken emporgetragen werden. Von Jedem aber, der die Gleichartigkeit der erzeugenden Ursachen bei den Wettersäulen und den Wirbelstürmen läugnen will, ist der Nachweis einer bestimmten Grenze zu liefern, wo erstere aufhören und die letzteren beginnen."

Wenn aber bei den Wettersäulen die Voraussetzung eines labilen Gleichgewichtszustandes in der Atmosphäre als Ausgangspunkt genommen werden dürfte, so ist dies, wie Reye hervorhebt, für die vielen Tausend Quadrat-Seemeilen der Meeresfläche, welche zugleich oder nach und nach von einem Wirbelsturme betroffen werden, nicht mehr gestattet. Dagegen muß man noch Reye voraussetzen, daß die untersten Luftschichten im Wirbelsturme und rings um denselben stark mit Wasserdämpfen geschwängert und in den Sommermonaten auch verhältnißmäßig stark erwärmt sind. Die ersten Keime zu gewaltigen Cyklonen findet Reye in dem, durch verschiedenartige Ursachen möglichen, Emporsteigen von warmen, feuchten, unteren Luftschichten in größerm Maßstabe. In einzelnen Fällen mag nach unserm Autor zuerst die rasche Bildung ausgedehnter Gewitterwolken einen starken aufsteigenden Luftstrom hervorgerufen haben, selbst große Wasserhosen können, wie Reye glaubt, den Anstoß zur Bildung von Cyklonen geben. Nach der Stelle wo die feuchten unteren Luftschichten emporsteigen, strömt die benachbarte Luft von allen Seiten herbei um ebenfalls aufzusteigen und der Wasserdampf bewirkt, daß

diese Bewegung sobald kein Ende nimmt. Daß trotzdem kein centripetaler Sturm entsteht ist lediglich Folge der Rotation unserer Erde. Befindet sich beispielsweise der luftdünne Raum auf der Nordhemisphäre, so erhalten die aus Süden nach diesem Centrum eilenden Luftströme eine östliche Ablenkung in Folge der Erdrotation, die aus Norden kommenden aber bleiben westlich zurück und die Tendenz zur Drehung von N über W nach S und O ist da. Befindet sich das Centrum auf der Südhälfte der Erde, so muß aus gleichen Gründen eine Tendenz zur Drehung im Sinne NOSW entstehen. „Könnte," sagt Reye, „die Luft ohne Wirbelbewegung direct von allen Seiten der Verdünnungsstelle zuströmen, so würde daselbst ein niedrigerer Barometerstand sich wohl nicht lange erhalten können, auch würden die feuchteren unteren Luftschichten bis auf große Entfernungen hin bald erschöpft sein und die latente Wärme des Dampfes nach kurzer Zeit aufhören in Wirksamkeit zu treten. Die amerikanischen Tornados und wohl auch die kleineren See-Tornados bieten uns Beispiele von derartigen, wenn auch äußerst heftigen, so doch nach wenigen Seemeilen Weges endigenden kleineren Orkanen, in denen die Drehbewegung weit weniger merklich ist als in den großen Cyklonen. Daß sie schwächer ist rührt daher, weil der Einfluß der Erdrotation auf die Bewegung der zuströmenden Luft um so geringer wird, je kleiner der Durchmesser der Verdünnungsstelle ist. Die See-Tornados treten zudem vornehmlich in der Nähe des Aequators auf, wo jener Einfluß ohnehin schwächer ist." Was die

Fortbewegung der Cyklonen anbelangt, so ist aus Reye's Theorie unmittelbar einleuchtend, daß dieselbe immer nach derjenigen Seite hin stattfinden muß, an welcher längere Zeit hindurch die wärmste und feuchteste Luft in ihr emporgestiegen ist und an welcher demnach auch die dichtesten Wolken sich bilden und am meisten Regen niederstürzt. Das stimmt mit den Beobachtungen vollkommen überein. Was die parabolische Form der Bahnen der Sturmcentra anbelangt, so ist sie, wie man behaupten darf, vorgeschrieben von der Form der warmen Strömungen im Meere, über welchen die Cyklonen sich bewegen. Ueberhaupt scheinen Cyklone nur da weite Bahnen zu durchlaufen, wo ihnen gewissermaßen ein Warmwasserstrom im Meere als Unterlage dient. Reye hält es bezüglich der westindischen Orkane „für möglich", daß der Golfstrom deren Umbiegen nach NO veranlasse; berücksichtigt man aber die Uebereinstimmung im Auftreten und im Verlaufe der Cyklone im atlantischen Oceane, im indischen und chinesischen Meere, sowie im Nordosten von Neuholland mit den dort auftretenden Warmwasserströmungen, so kann man, wie ich glaube, nicht zweifelhaft sein, daß in der That diese Meeresströmungen das Umbiegen veranlassen.

Nachdem Reye noch die früheren Theorien der Entstehung der Cyklone besprochen und ihre Unzulänglichkeit nachgewiesen hat, geht er zur Betrachtung der Stürme auf der Sonne über, welche uns seit einigen Jahren das Spectroskop enthüllt hat. Wir wollen ihm jedoch auf dieses Gebiet nicht eingehender folgen, sondern nur kurz hervor-

heben, daß Reye als Resultat seiner vergleichenden Untersuchung ausspricht: „Die Sonnenflecke sind wolkenartige Verdichtungsproducte in den tieferen Regionen der Sonnenatmosphäre, welche sich ähnlich wie die großen Wolkenschichten der irdischen Cyklone von unten her erneuern." Schon John Herschel hat in der achten Versammlung der „British Association" die gelegentliche Bemerkung gemacht „mit den Sonnenflecken seien Umstände verknüpft, welche ihm mit Gewalt den Gedanken an Tornados in der Sonnenatmosphäre aufdrängten."

Der Diamant.

Im Diamant hat uns die Natur einen Körper gegeben, bei dem sie es darauf abgesehen zu haben scheint, daß er der Regel von der Vergänglichkeit alles Irdischen Hohn sprechen soll. Denn während Alles um uns herum vergeht und zerstört wird, während das feste Eisen von selbst langsam an der Luft verbrennt, während Gold und Silber sich abnutzen und in unendlich kleinen Partikelchen im Staube aufgehen, bleibt der Diamant unverändert, unbezwingbar, wie schon die Griechen sagten, die ihn deßhalb Adamas nannten. Man hat berechnet, daß von den ungeheuren Goldschätzen des Alterthums, ja selbst des frühern Mittelalters kaum ein Körnchen auf unsere Zeit gekommen ist, mit Ausnahme einiger wenigen gelegentlichen Funde. Der ganze gewaltige Rest, der einst die Welt bezwang und beherrschte, der zu tausend Thorheiten und Schlechtigkeiten Veranlassung gab, wo ist er geblieben? Er ist verschwunden; theils begraben in der Erde, theils in Staub verwandelt und vom Wasser dem Ocean zugeführt, theils mit anderen Stoffen verbunden sind die Schätze

des Crösus, der persischen und indischen Despoten, der Egypter, der Römer, endlich den Händen der Menschen entschwunden auf Nimmerwiedersehen. Wären Gold und Silber unzerstörbar, sie würden heute längst ihren hohen Werth als Tauschmittel eingebüßt haben, denn diese beiden Metalle kommen in wahrhaft ungeheuren Mengen vor im Vergleiche mit demjenigen Körper, der allein der Zerstörung Trotz bietet, mit dem Diamant. Wie ein unveräußerliches Erbgut der Menschheit, so schleppen sich die Diamantenvorräthe durch die Generationen fort und überdauern die Geschlechter, die Staaten, die Völker.

Diese Ewigkeit des Diamants ist aber doch, was ich hier gleich bekennen will, mit einem Körnchen Salz zu nehmen, denn der „Adamas", der „Unbezwingbare", wird bezwungen vom Feuer, von der Gluth. Der große englische Denker Newton vermuthete zuerst, der Diamant möge verbrennbar sein, denn er fand, daß beim Durchgang durch denselben die Lichtstrahlen eine so starke Brechung erlitten, wie dies sonst nur bei brennbaren Körpern vorkommt. Newton heizte selbst gehörig unter einem Diamanten ein, aber ohne Erfolg. Auf Veranlassung des Großherzogs Cosmus III. unternahm 1694 die Akademie von Florenz neue Versuche mit dem Schmelzen des Diamants. Sie wandte hiezu kein irdisches Feuer an, sondern die Sonnenwärme im Brennpunkte eines riesigen Brennspiegels. Diese ungeheure Gluth verwandelte den Diamant in Dampf; er bekam zuerst Risse, sprühte heftig und verschwand ohne eine Spur von Schmelzbarkeit zu zeigen. Kaiser Franz I. wünschte

später das Experiment zu wiederholen und warf für diese Liebhaberei 6000 fl. aus. Diamanten von diesem Werthe wurden 1750 zu Wien in einen Tiegel gelegt und während vierundzwanzig Stunden der höchsten Glühhitze ausgesetzt. Die Diamanten wurden immer kleiner und verschwanden zuletzt. Das Verbrennen von Diamanten war nun Liebhaberei, noble Passion, und besonders die Pariser wurden stark darin. Sie waren es auch, die Abwechslung in die Sache brachten. Denn eines schönen Tages kam der Diamantenhändler Leblanc zu den Gelehrten der hochweisen Pariser Akademie und erklärte ihnen geradeaus, die Sache mit dem Verbrennen von Diamanten sei nicht wahr, vielmehr könne er sie aus eigener Erfahrung eines Bessern belehren, dahin, daß der Diamant durch Einwirkung von Hitze schöner werde, er selbst habe mehrere fleckige Diamanten auf diesem sehr gewöhnlichen Wege gereinigt. Machen wir den Versuch, hieß es da von Seiten der Gelehrten. Herr Leblanc war bereit und gab seine Diamanten in Kohle und Kreide verpackt zur Untersuchung her. Drei Stunden lang heizten die Gelehrten den Ofen, dann öffneten sie den Tiegel und siehe da — die Diamanten waren fort! Der Juwelenhändler zog mit dem Schaden und Spott davon und die Wissenschaft stieg gar gewaltig im Ansehen. Dieses Mißgeschick ließ einen Collegen des Herrn Leblanc, mit Namen Maillard, nicht schlafen, wußte er doch als ein alter Prakticus, daß die Diamanten durch Hitze geklärt werden können. Es hätte sonderbar zugehen sollen, wenn sich das nicht vor den

Augen der „Gelehrten“ bestätigen sollte. Also packte er drei seiner besten Diamanten sehr sorgfältig in Kohlenpulver und ließ die Akademiker einheizen, so viel sie wollten. Diese schürten eine wahre Höllengluth, aber der Prakticus rieb sich seelenruhig die Hände und als man den Tiegel endlich öffnete, da — waren die Diamanten noch so prächtig da wie vorher! Seltsamer Widerspruch; kein Mensch konnte sich dieses abweichende Verhalten erklären. Zuletzt kam einer der Gelehrten, welche unter den Diamanten des Herrn Maillard eingeheizt hatten, der junge Millionär Lavoisier, auf die richtige Spur; er fand, daß beim Verbrennen des Diamants Kohlensäure entsteht. Der Diamant ist reiner Kohlenstoff, er ist der nächste Anverwandte der Feuerkohle; beim Zutritt von Sauerstoff verbrennt er und entwickelt Kohlensäure, wird aber dem Sauerstoffe der Luft der Zutritt abgeschnitten, so kann der Kohlenstoff für sich nicht verbrennen, mag man so lang heizen, als man will. Leblanc hatte seine Diamanten bloß nicht luftdicht in Kohlenstaub eingeschlossen und deßhalb waren sie verbrannt; Maillard war aufmerksamer und rettete dadurch seine Edelsteine und den Ruf des Prakticus. Der Diamant also besteht aus Kohlenstoff, das ist so sicher, daß sogar ein berühmter französischer Chemiker aus Eisen und Diamant Stahl dargestellt hat. Aber auf welche Weise der Diamant entsteht, das weiß man durchaus nicht, so daß umgekehrt aus Kohlenstoff keine Diamanten künstlich herzustellen sind. Eine merkwürdige Ansicht über die Entstehung des Diamants hat Liebig ausgesprochen. Denke man sich,

sagte schon 1842 dieser berühmte deutsche Chemiker, die Verwesung in einer Flüssigkeit vor sich gehen, welche an Kohlenstoff und Wasserstoff reich ist, so wird eine an Kohlenstoff stets reichere Verbindung erzeugt werden, aus der sich zuletzt als Endresultat der Verwesung Kohlenstoff in Substanz und zwar krystallinisch abscheiden muß. Die Bildung des Diamants durch hohe Temperatur ist wenig wahrscheinlich, da er sich unter dem Einflusse sehr intensiver Hitze schwärzt; weit wahrscheinlicher ist eine Bildung desselben auf nassem Wege. In der Schatzkammer des Kaisers von Brasilien befindet sich ein Diamant, auf welchem der deutliche Eindruck eines Sandkornes sichtbar ist. Dieser Diamant muß sich also ursprünglich in einem weichen Zustande befunden haben. Harting fand Eisenkies in gewissen Diamanten und Petzholdt entdeckte sogar Reste von Pflanzenzellen in den Rückständen der zwischen den Kohlenspitzen einer starken elektrischen Säule zu Coaks verbrannten Diamanten. Die Krystallisation des Kohlenstoffes auf nassem Wege führt daher gewiß zur Bildung von Diamanten; wenn wir dagegen in unseren Laboratorien die Kohlen krystallisiren lassen, so erhalten wir bloß Graphit und können Bleistifte daraus machen.

Die Hauptfundorte der Diamanten sind Ostindien und Brasilien, wo sie im angeschwemmten Lande und im Flußsand gefunden werden. Dieß ist freilich ihr ursprünglicher Lagerort gewiß nicht, sondern das Wasser hat sie hierhin transportirt; wo aber das Muttergestein des Diamants zu suchen ist, davon weiß man zur Zeit

nichts. Die ostindischen Diamanten reichen geschichtlich bis in die ältesten Zeiten des Landes zurück und selbst noch darüber hinaus kommen sie in den Heldengesängen der alten Sagenzeit vor, ja der größte Diamant, den man kennt und auf den wir noch zurückkommen, wird gleich in den ältesten Gesängen der Indier genannt. Er ist heute noch vorhanden und hat den Wechsel der Reiche und Zeiten überdauert, ohne — verloren gegangen zu sein.

Der Diamantenreichthum Brasiliens ist erst viel später bekannt geworden; vor dem Jahre 1727 ahnten die Spanier nicht, daß der kostbare Edelstein in gewissen Flußgebieten jenes Landes gefunden werde. Gegenwärtig findet sich das Hauptlager der Diamanten Brasiliens zu Sao Joao do Barro bei Tejuca, welches heute den lockenden Namen Diamantina führt. Den Ort, wo sich die Diamantenwäschereien befinden, nennen die Einwohner Serviço Diamantino und zwar sind solche Serviço's do Rio, wenn sie sich in einem mit Wasser gefüllten oder ausgetrockneten Flußbett befinden. Die ersten Serviço's sind die am wenigsten angenehmen, denn um der vermutheten Diamanten habhaft zu werden, muß man vorerst das Wasser ableiten und dann im Flußbette graben — um oft die Auslage nicht einmal wieder zu bekommen. Wo sich ausgetrocknete Flußbette befinden, kann man unmittelbar an die Arbeit gehen und die oberflächlichen Schichten wegbringen, bis man auf das diamantführende Gestein kommt.

Die Serviço's do Campo befinden sich auf den

Bodenerhöhungen zwischen gewissen Flußgebieten, woselbst die Diamanten unter Trümmergestein aufgefunden werden. Es kommen dort unregelmäßig zerstreute Diamantenlager vor, welche oft enorm reich sind; aber welcher Leitstern kann hier zur glücklichen Auffindung führen? Man kennt keinen, der Zufall spielt die Hauptrolle und der arme Faiscador oder Sucher arbeitet oft Jahre lang unter Mühe und Noth an seinem Kieshaufen, während vielleicht ein paar Schritte davon sich ein Diamantennest findet, just reich genug, ihn zum unabhängigen Manne zu machen. Die Anzahl der in Brasilien gewonnenen Diamanten ist ungemein bedeutend, aber ihre Größe übersteigt nur selten ein gewisses mittleres Maß.

Im Handel wird durchgängig der Werth der Diamanten nach dem Gewichte geschätzt, und zwar bedient man sich dazu einer eigenthümlichen Gewichtseinheit, des Karat, wovon 72 gleich 1 Loth kölnisch oder durchschnittlich 205 Milligramm sind. Ein Karat hat 4 Gran. Die meisten brasilianischen Diamanten haben ein Gewicht von 1 bis 2 Gran, solche von 1 bis 5 Karat sind schon seltener, Steine von 30 bis 40 Karat gehören zu den größten Seltenheiten. Trotzdem ist die Diamantenausbeute des heutigen südamerikanischen Kaiserstaats eine beträchtliche. In den ersten zehn Jahren nach Auffindung der Diamanten in Brasilien wurden 200.000 Karat gewonnen, von 1740 bis 1772 sogar 1,700.000 Karat, seitdem hat der Reichthum abgenommen, die Ausbeute ist geringer geworden, weil man die am leichtesten zu gewinnenden Steine meist weggenommen hatte. Im All-

gemeinen schätzt man das Gesammtgewicht aller in Brasilien bis zum Jahre 1850 gefundenen Diamanten auf circa 50 Centner im Werthe von etwa 120 Millionen Thaler.

Zu den merkwürdigsten Entdeckungen der Neuzeit gehört das Auffinden von Diamanten im Uralgebirge 1829 durch die Expedition Humboldt's nach Sibirien.

Der Diamant ist, wie ich bereits hervorhob, seit den ältesten Zeiten den Menschen bekannt und von ihnen gesucht und hoch geschätzt worden. Freilich knüpfen sich eine Menge Fabeln und viel ungereimtes Zeug an diesen Stein. Plinius, der große Naturhistoriker des Alterthums, dessen Belesenheit vielleicht bloß von seiner Leichtgläubigkeit in naturwissenschaftlichen Dingen, die aber im Wesen seiner Zeit lag, übertroffen wird, berichtet vom Diamanten die tollsten Dinge. Nach ihm kommt er nur in Goldgruben und da bloß selten vor. Legt man ihn auf den Amboß, so stößt er den Schlag des Hammers zurück. Feuer kann ihn nicht erwärmen. Aber merkwürdiger Weise macht ihn Bocksblut weich und Plinius preist die Gnade der Götter, welche den sterblichen Menschen ein so großartiges Geheimniß offenbart hätten. Wenn aber auch, setzt er hinzu, auf diese Weise das Zersprengen der Diamanten gelinge, so zersplitterten sie doch in so kleine Stückchen, daß sie ein Mensch so leicht nicht mehr wiederfinden könne. Die Seltenheit des Diamants beweist wohl am besten der Umstand, daß die wahnsinnige Mähre, welche Plinius seinen Lesern auftischt, fast anderthalbtausend Jahre hindurch Glauben

fand, ja daß der gelehrte Albertus von Bollstädt, der nicht mit Unrecht der „große Albertus“ (Albertus Magnus) heißt, die Fabel weiter erzählt und — wer weiß ob im Spott oder im Ernst — hinzufügt, der Bock müsse vorher einen tüchtigen Schluck Wein getrunken haben, auch könne es nicht schaden, wenn er dabei etwas Petersilie fresse. Heute weiß jedes Kind, was von solchen Fabeln zu halten ist und wir können darüber hinweggehen. So viel ist sicher, daß das ganze Alterthum den wahren Glanz des Diamants niemals hat sehen können, denn die Kunst ihn zu schleifen, mit seinem eigenen Staube zu poliren, datirt erst aus dem 14. Jahrhunderte. Im Jahre 1373 gab es eine besondere Zunft von Diamanten-Polirern in Nürnberg. Die Kunst, das Feuer der Diamanten durch Anschleifen regelmäßiger Facetten zu erhöhen, erfand übrigens erst Ludwig van Berquen aus Brügge in Flandern im 15. Jahrhundert. Er probirte seine neue Kunst gleich an einem großen Diamant, den ihm der Herzog Karl der Kühne zu diesem Zwecke anvertraute. Es ist derselbe Diamant, welcher unter dem Namen Sancy berühmt ist.

Die vorzüglichsten Schnittformen sind: Der Brillant, in der Hauptsache aus zwei abgestutzten an den Grundflächen mit einander verbundenen Pyramiden bestehend; fehlt die untere Hälfte, so hat man die Halbbrillanten. Die Brillantform hat zuerst der Cardinal Mazarin (1660) schleifen lassen. Die Rosette, aus einem von zwei Facetten-Reihen begrenzten Obertheile bestehend, während der untere Theil von einer Fläche

begrenzt ist. Man muß diese Formen sehen, um sie zu kennen, und das Gleiche gilt auch von den minder wichtigen Formen der Tafelsteine, Treppenschnitte ꝛc.

Betrachten wir uns nun einmal die größten Brillanten, welche man kennt. Fast jeder derselben hat eine merkwürdige, oft blutbefleckte Geschichte. Eine Ausnahme macht bloß der „Braganza“, aber er ist auch wahrscheinlich gar kein Diamant, sondern ein kostbarer Topas. Im Jahre 1741 fand ihn eine Negerin in Brasilien; aber auch er hat keinem seiner Eigenthümer Glück gebracht, jetzt befindet er sich im portugiesischen Staatsschatze, wohin er kam, als König Joao VI. sich im Jahre 1821 von Brasilien nach Portugal zurückzog und die reichste Diamantensammlung, welche die Welt gesehen, mit sich brachte. Ganze Säcke voll Edelsteinen deponirte dieser edle Fürst wohl versiegelt und verwahrt in den Kellern der Bank von Lissabon, wo sie 40 Jahre lang unberührt lagen, bis 1863 die Cortes einsahen, daß es thöricht sei, ein Kapital im Keller zu verwahren, und die Diamanten in Gold umsetzten, d. h. verkauften. Wäre der „Braganza“ ein Diamant, so würde sein Werth, da er 1680 Karat oder ¾ Pfund wiegt, sich auf die anständige Summe von 400 Millionen Thaler belaufen; er ist aber, wie bemerkt, aller Wahrscheinlichkeit nach bloß ein wasserheller Topas. Geschliffen kann man den klaren Topas fast gar nicht vom Diamant unterscheiden. Der verrückte Hofrath Beireis, dessen Aufschneidereien sprichwörtlich wurden, behauptete, vom Kaiser von China einen Diamanten von drei Pfund Gewicht geschenkt erhalten zu

haben. Göthe sah den Krystall, er hatte die Größe eines Straußeneies und würde, falls er nicht ein Bergkrystall gewesen wäre, an Werth die französische Kriegsschuld um ein Erkleckliches überstiegen haben. So ist auch der „Braganza" höchst wahrscheinlich gar kein Diamant und das wird um so wahrscheinlicher, wenn man sich erinnert, wie der prächtig geschliffene eilflöthige Diamant, den der brasilianische Minister Lisbao im Jahre 1858 in Wien funkeln ließ, auf die unschuldigste Weise von der Welt einem dortigen Professor der Mineralogie verrieth, daß er kein Diamant sei. Die Hofjuweliere und Juwelenhändler hatten scharf ausgerechnet, der kostbare Stein sei 50 Millionen Franken werth; nach der Probe des Herrn Professors sank der Werth auf weniger als ein Procent dieser Summe. Der Radscha von Mattan auf Borneo besitzt ein hübsches Familienstück in der Gestalt eines birnförmigen Diamants von 367 Karat Gewicht; auch hier weiß man nicht genau, ob es ein echter Diamant ist oder nicht.

Der berühmte „Kohinoor" (d. h. Berg des Lichtes) soll ursprünglich 11 Loth schwer gewesen sein, war ehemals Eigenthum des Großmoguls von Delhi, nachher ging er in den Besitz der Königin von England über, die ihn zu einem dreifachen Brillanten schleifen ließ. Dieses Schleifen wurde von Herrn Voorsanger aus Amsterdam ausgeführt. Die Arbeit begann am 6. Juli 1852 im Atelier des englischen Kronjuweliers und war, da eine Dampfmaschine von vier Pferdekraft zu Hilfe genommen wurde, in 38 zwölfstündigen Arbeitstagen

[illegible] zu niedrig ausgefal
[illegible] hat sich durch
[illegible] vermindert, während es vor
[illegible] betrug.

Der „Orlow" im [illegible] des Kaisers von R
[illegible] Karat, er ist vom reinsten Wa
[illegible] Ursprünglich war
[illegible] von Persien und in de
[illegible] Nach der Ermordung dieses Für
[illegible] eines Armeniers Namens Schafr
[illegible] Edelsteinen von einem afgh
[illegible] Piaster gekauft hat
[illegible] Handelsmann und wu
[illegible] Diamanten am besten bezahlt werd
[illegible] mit dem russisch
[illegible] Unterhandlung. Dieser ent
[illegible] II. so sehr für den k
[illegible] dem Armenier für 450.0
[illegible] und den russischen Adelsbrief abkauf
[illegible] daß Orlow und Kohinoor zusammen
[illegible] und um die Sache noch interessanter
[illegible] bei einer armen persisch
[illegible] ein drittes Stück, was zusammen mit den beid
[illegible] ein Ganzes von hühnereiähnlicher Gestalt bild
[illegible] scheinen diese Stücke vereinigt g
[illegible] wurde aus Gründen, die k
[illegible] der ursprüngliche Diamant in drei Stü
[illegible] und jedes von diesen machte dann seine lang
[illegible] Reisen durch die Welt, um schließl

in einer fürstlichen Schatzkammer zur Ruhe gebracht zu werden.

Der „Schah" ist auch ein persischer Diamant, nur theilweise geschliffen, vom herrlichsten Glanze, 86 Karat schwer, auf seinen Flächen mit persischen Inschriften bedeckt. Der Sohn von Abbas Mirza hat ihn dem russischen Kaiser geschenkt.

Der „Regent" ist der herrlichste Brillant im französischen Kronschatze, 136¾ Karat schwer und vom reinsten Wasser. Sein ursprüngliches Gewicht betrug 410 Karat; zwei Jahre lang hat man an ihm geschliffen und 27.000 Thaler Unkosten darauf verwendet. Dafür aber waren die Abfälle allein 50.000 Thaler werth! Dieser Stein stammt aus Golkonda in Ostindien, wo er von einem Sklaven im Jahre 1702 zufällig gefunden wurde. Dieser erkannte den Werth seines Fundes so gut, daß er sich eine große Wunde am Körper beibrachte, in welcher er den Stein verbarg. Thörichter Weise theilte er sein Geheimniß einem Matrosen mit, dieser entlockte ihm den Stein und stürzte den unglücklichen Sklaven ins Meer. Der Matrose verkaufte den Stein für 1000 Pfund Sterling, brachte aber dieses Geld bald durch und erhängte sich in Verzweiflung. Der Diamant kam in den Besitz des indischen Diamantenhändlers Jamchund und von diesem kaufte ihn der englische Gouverneur Pitt für 312.500 Francs. Kaum wurde die Existenz des werthvollen Edelsteins in Europa bekannt, als auch schon bei dem glücklichen Eigenthümer Nachfragen nach dem Preise einliefen. Endlich kaufte der Herzog von Orleans

im Jahre 1717 den Stein für Ludwig XV. für die anständige Summe von 3,375000 Francs. Die Commission von Juwelieren, welche im Jahre 1791 die Edelsteine der französischen Krone abzuschätzen hatte, taxirte den Werth des Steines auf 12,000000 Francs. Am 17. September des folgenden Jahres, zur Zeit der Schreckensherrschaft, ward er plötzlich mit sämmlichen anderen Edelsteinen gestohlen. Vergeblich waren alle Anstrengungen der Polizei, den Dieb ausfindig zu machen, und so traf es sich denn, daß der größte Diebstahl, der jemals begangen worden, auch der geheimnißvollste blieb. Endlich verrieth ein anonymer Brief, daß der kostbare Stein an einem gewissen Orte in den elysäischen Feldern versteckt liege, man suchte nach und fand ihn. Durch Geldnoth gezwungen, versetzte ihn später die französische Republik in Berlin bei einem Kaufmann, doch löste ihn Frankreich wieder ein und Napoleon trug ihn am Degenknopfe. Fast hätten die Preußen bei Waterloo den merkwürdigen Stein erobert; dafür erbeuteten sie einen kleineren von 34 Karat. Frankreich besitzt seinen großen Diamant noch heute.

Der „Sancy" ist birnförmig, er wiegt 53½ Karat und soll 1,000000 Francs werth sein. Er kam im 15. Jahrhunderte nach Europa und gelangte in den Besitz Karls des Kühnen von Burgund, welcher den Diamant in der unglücklichen Schlacht bei Nancy (1477) trug. Ein schweizerischer Soldat plünderte die Leiche des Herzogs und verkaufte den erbeuteten Stein um eine Kleinigkeit. Nachdem der Diamant mehrmals verkauft

worden war, kam er in Besitz des Grafen Nikolaus de Sancy. Als dieser die Geldnoth seines Königs Heinrich III. von Frankreich erfuhr, dessen Gesandter er in der Schweiz war, sandte er von Solothurn aus einen treuen Boten nach Paris, dem Könige den Stein anzubieten. Die Sache wurde ruchbar und der Bote im Juragebirge ermordet. Man fand den Diamanten im Magen des Unglücklichen. Später kam das Juwel in den französischen Kronschatz und wurde mit dem „Regent" am 17. September 1792 gestohlen. Den „Regent" fand man wieder, den „Sancy" nicht; kein Mensch wußte von seinem Verbleiben. Da plötzlich tauchte er unter den Napoleoniden wieder auf und wurde von diesen für eine halbe Million Francs an den Fürsten Demidoff nach Rußland verkauft. Gegenwärtig besitzt ihn Frau von Karamsin, an welche er durch Erbschaft fiel.

Der „Florentiner" wiegt 139½ Karat, fällt aber bezüglich seiner Farbe stark ins Citronengelbe. Auch ihn besaß einst Karl der Kühne von Burgund, verlor ihn aber in der Schlacht bei Grandson. Ein Schweizer fand ihn im Helme des Herzogs und verkaufte ihn für einen Kronenthaler an einen Geistlichen. Durch manche Hände gehend, kam der Edelstein endlich für 20000 Ducaten in den Besitz des Papstes Julius II. Gegenwärtig befindet er sich im Schatze des Kaisers von Oesterreich und man schätzt seinen Werth auf 700000 Thaler.

Der „Stern des Südens" wurde im Juli 1853 in der Provinz Minas Geraes gefunden, er wog 245

Karat und wurde durch Herrn Voorsanger in Brillantform geschnitten; gegenwärtig wiegt er nur 125 Karat und gehört einem Herrn Halphen. Man schätzt seinen Werth auf 2 Millionen Francs.

Der türkische Sultan besitzt ein paar Diamanten von 147 und 84 Karat; doch ist etwas Genaueres darüber nicht bekannt. Diamanten von 40 bis 50 Karat Gewicht sind mehrfach vorhanden, so der „Polarstern" (40 Karat) im russischen Schatze, der Diamant des grünen Gewölbes zu Dresden (48 ½ Karat) und andere.

Die Werthschätzung eines Diamanten ist eine schwierige und vielfach willkürliche Sache; sie hängt hauptsächlich, aber nicht ausschließlich, von der Größe, der Reinheit, dem Feuer des Diamants ab. Rohe Diamanten sind schwer zu taxiren, weil erst der kunstgemäße Schnitt zeigt, welches Feuer der Stein besitzt. Im Durchschnitt kostet ein vollkommen geschnittener Brillant von einem Karat Gewicht und reinem Wasser etwa 80 Thaler. Bei großen Diamanten steigt der Preis schnell mit der Größe. Diese Werthschätzungen ebenso wie die enormen Preise, welche für die großen Diamanten gefordert und bezahlt werden, sind natürlich bloß eingebildete, sie werden dafür erzielt, weil man einmal den unvergänglichen Edelstein liebt, fast ähnlich wie Holländer früher einmal ihre Vorliebe den Tulpen zuwandten und ein paar Tulpenzwiebel ein Vermögen repräsentirten. An nnd für sich ist ein Stück Eisen bei weitem nützlicher für den Menschen als der theuerste Diamant. Was sollte die Menschheit wohl anfangen, wenn die Diamanten, selbst als Brillanten

geschliffen, wie Kieselsteine herumlägen und dafür das Eisen so selten wäre, wie heute der Diamant?

Erst ganz kürzlich hat man den Diamanten eine praktische Seite abgewonnen, indem sie der Franzose Leschot zum Durchbohren der Felsen vorschlug und darauf bezügliche Versuche am Mont Cenis sehr glänzende Resultate lieferten. Merkwürdiger Weise haben die alten Hebräer diese Verwendungsart des Diamants richtig erkannt, denn sie nannten ihn Jachalom, d. h. Bohrer.

Die menschliche Gesellschaft im Lichte der Statistik.

I.

Ueber wenige Zweige der Wissenschaft herrschen so mannigfache und meist so unrichtige Ansichten, wie über Statistik. Der Eine meint, man habe darunter die möglichst bunte und possirliche Zusammenstellung von allerlei Thatsachen zu verstehen; ein Anderer denkt sich unter Statistik nicht mehr und nicht weniger als die periodisch wiederkehrende Zählung von Menschen und Hausthieren in den modernen Staaten, ein Dritter endlich glaubt, Statistik sei nichts Anderes als eine Sammlung von Zahlen, die dazu dienen, den verschiedenartigsten Behauptungen eventuel als Unterlagen zu dienen, nach dem Sprüchworte: Zahlen beweisen! Daß die Statistik eine hohe Wichtigkeit besitzt und ihre Aufgabe, um mit Engel zu sprechen, darin besteht: „das Leben der Völker und Staaten und ihrer Bestandtheile in seinen Erscheinungen zu beobachten und authentisch aufzufassen und den Causal-Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung analytisch darzulegen," davon haben nur Wenige eine Ahnung. Die Statistik erscheint hier als eine Physik und Physiologie

der Gesellschaft und vermittelt in dieser Stellung gleichsam den Uebergang der Staats- und Gesellschafts-Wissenschaften zu den Natur-Wissenschaften. Quetelet, der eigentliche Begründer der heutigen wissenschaftlichen Statistik, bezeichnete sie geradezu als „sociale Physik“. Von diesen Gesichtspunkten aus erscheint die Statistik als ein sehr wichtiger Zweig der Wissenschaft, besonders für Denjenigen, der die Zustände der menschlichen Gesellschaft untersuchen und studiren will; sie repräsentirt im eigentlichen Sinne des Wortes den Rechenschaftsbericht über die Fortschritte der Humanität. Hiernach springt die Wichtigkeit der Statistik in die Augen und es wird nicht leicht Jemand die Frage nach der Nützlichkeit der Bestrebungen, den ursächlichen Zusammenhang der Erscheinungen zu entdecken, aufwerfen. Eine solche Frage ließe sich, wie Engel richtig bemerkt, schon aus der Culturgeschichte treffend und kurz beantworten. „Unter Ludwig XI. von Frankreich wußte man der dieses Land verheerenden Pest und Hungersnoth kein anderes Mittel entgegen zu setzen, als Gebete und Processionen; die Wohnungen ließ man aber voll Koth und die Felder bestellte man auf das erbärmlichste. Im Jahre 1778 schrieben die Bewohner der Küste Norwegens die Abnahme der Fische in ihren Gewässern der Impfung der Kinderblattern zu, welche damals in jenen Gegenden zum Widerwillen der Bewohner, die darin einen Eingriff in die göttliche Ordnung der Dinge erblickten, eingeführt wurde. Wie steht es hier mit dem Causal-Zusammenhang?

„Jedoch wir brauchen kaum so weit zurück zu gehen. Wir sehen, wie man in unseren Tagen bemüht ist, die vermehrte Armuth mit vermehrter Wohlthätigkeit zu heilen, ohne Acht darauf zu haben, daß in dem Lande, in welchem das Meiste für die Armuth gethan wird, sie sich reißend vermehrt und daneben leider auch die Sittlichkeit sinkt. Wer aber hält sich wohl davon überzeugt, daß das Wachsthum der Armuth nicht die Ursache der vermehrten Wohlthätigkeit, sondern die Folge davon sei? Es wird bei einer anderen Gelegenheit nachgewiesen werden, wie sehr dieser letztere Ausspruch auf Wahrheit beruht.

„Die erleuchteten Begriffe auf beregtem Gebiete, die Fähigkeit, die Wirkungen besser an ihre wahren Ursachen zu knüpfen, sind sonach Fortschritte zum Nutzen der Gesellschaft. Es ist augenscheinlich, daß, seit das Wesen der Pest und der Theuerungen genauer bekannt ist, man sich besser vor ihnen zu schützen weiß; denn die Pest erscheint nicht mehr unter civilisirten Völkern und unter ihnen herrscht fast nie wahre Hungersnoth. Die verheerenden Wirkungen der Cholera, des Hungertyphus unserer Tage, stehen nicht im entferntesten Verhältniß zu den Wirkungen der Pest und der Theuerung früherer Jahrhunderte."

Es sind in der That merkwürdige und oft ganz unerwartete Resultate, zu welchen die Statistik leitet. Wer hätte z. B. je geglaubt, daß die menschliche Gesellschaft im Ganzen bezüglich der Geburten und Todesfälle, der Zahl der geschlossenen Ehen, der Dauer des Lebens,

der Verbrechen ꝛc. von ganz bestimmten Gesetzen beherrscht wird, denen gegenüber der Wille des Einzelnen völlig machtlos ist? Die Wissenschaft der Statistik hat dies heute mit vollster Evidenz erwiesen.

Das Sprüchwort: „Nichts ist ungewisser als das Jahr des Todes", hat seine vollkommene Berechtigung, wenn man einen einzelnen Menschen aus der Menge herausnimmt; aber es wird sofort unrichtig, wenn man eine Gesammtheit von zehntausend, von hunderttausend, von einer Million Menschen in Betracht zieht. In diesem letzteren Falle vollzieht sich das Ableben Jahr für Jahr in derselben Weise mit der größten Regelmäßigkeit. Ich will zum Beweise dieser Behauptung aus dem Berichte des Registrar General folgende Zahlen mittheilen. In England und Wales kamen im Durchschnitt jährlich auf 10.000 Lebende

im	Jahre	1838:	224	Todesfälle,
"	"	1839:	219	"
"	"	1840:	229	"
"	"	1841:	216	"
"	"	1842:	217	"
"	"	1843:	212	"
"	"	1844:	216	"
"	"	1845:	209	"
"	"	1846:	231	"
"	"	1847:	247	Todesfälle.

Im Durchschnitt dieser 10 Jahre starben also jährlich in England und Wales von je 10.000 Menschen 222; die einzelnen Jahres-Ausweise schwanken unbedeutend

um diesen Mittelwerth und es findet kein periodisches Steigen oder Fallen der Mortalität Statt. Greifen wir aus der spätern Jahresreihe auf gut Glück ein beliebiges Jahr heraus, so finden wir ganz ähnliche Zahlen, z. B. für 1852 eine Mortalität von 224 auf je 10.000 Lebende, für 1863 eine solche von 230, für 1868 von 222 u. s. w. Genau das Gleiche zeigen alle anderen Länder, über welche ausreichendes statistisches Material vorhanden ist. Die Einzelheiten verschwinden mehr und mehr, je größer der Complex ist, den man ins Auge faßt. Wenn es sich z. B. um Ermittelung des durchschnittlichen Alters handelt, so werden diese Bestimmungen durchaus nicht dadurch beeinflußt, daß beispielsweise der Ungar Peter Czartom drei Jahrhunderte und zehn deutsche Kaiser nach einander sah, indem er von 1539 bis 1724, also 185 Jahre lang lebte, daß man dem Kaiser Alexander I. von Rußland in den Ostseeprovinzen einen Mann vorstellte, der mit Gustav Adolph als Stallbursche herübergekommen war und demnach an 200 Jahre zählen mußte, u. s. w. Eben so wenig werden die Bestimmungen der mittlern Körperlänge des Menschen dadurch illusorisch, weil etwa der irische Riese Byrne, dessen Skelet sich im Museum von Hunter befindet, 8 Fuß 4 Zoll maß, oder weil der Mann, den André Thevet maß und der 1559 starb, sogar 11 Fuß 5 Zoll erreichte, oder weil ein kleines Männlein, das Cardanus gesehen haben will, in einem Papageibauer wohnte. Solche Ausnahmen von der Regel verschwinden unter

der Gesammtheit und ihr Einfluß auf das, was die Statistik den mittleren Menschen nennt, ist Null.

Die physischen Qualitäten bieten der Statistik leichte und directe Vergleichungspunkte; aber wie soll man die Intelligenz und die moralischen Eigenschaften numerisch bestimmen? Hier hört alles directe Messen auf und es wäre absurd, wenn Jemand behaupten wollte, der Franzose besitzt $1\frac{1}{10}$ Mal so viel Intelligenz wie der Spanier, oder der Deutsche hat $2\frac{1}{8}$ Mal mehr Moral als der Italiener. Solche Qualitäten lassen sich direct eben so wenig durch Zahlen vergleichbar darstellen, wie etwa die Stellung Homer's und Göthe's in der Literatur zu einander mathematisch berechnet werden kann.

„Die meisten socialen Erscheinungen," bemerkt Engel, „sind nicht direct meßbar; man muß sie vielmehr aus anderen beurtheilen, die gleichsam eine Function derselben sind. So kann die Mäßigkeit eines Volkes ziemlich sicher aus dem Verbrauch der geistigen Getränke, aus der Verbreitung der Mäßigkeitsvereine, aus der Anzahl der wegen Betrunkenheit gerichtlich Eingezogenen und Bestraften (im Vergleich zur Bevölkerung) u. a. m. geschlossen werden. Die numerischen Ausdrücke dieser Verhältnisse sind sonach die Symptome der Mäßigkeit. Nicht so deutlich liegen die der Armuth einer Bevölkerung vor. Allein man wird sich nicht sehr über den Grad der Armuth eines Volkes täuschen, wenn man folgende Thatsachen kennt: die Sterblichkeit der Kinder in ihren ersten Lebensjahren; die Frequenz der Findelhäuser und die Zahl der Aussetzungen; die Frequenz der Wohlthätigkeits-

Anstalten und der Anstalten für Gesundheitspflege; das Verhältniß zwischen den in Spitälern und in eigener Behausung Verstorbenen; die Anzahl der Auswanderungen, welche nicht aus politischen oder religiösen Motiven erfolgen; die Anzahl der nothwendigen Subhastationen; die Anzahl der Steuer-Restanten; die Anzahl der wegen Schulden Verhafteten; die Anzahl der wegen Bettelns Bestraften; den Verbrauch an Kleidung u. s. w. Ebenso lassen sich diesen die Symptome des Reichthums oder der Wohlhabenheit gegenüberstellen."

Die Lehre von den Symptomen bildet einen wichtigen Theil der Statistik als einer socialen Physik; je mehr übereinstimmende Symptome in einem gewissen Falle gegenwärtig befunden werden, um so weniger sind Irrthümer möglich, um so sicherer sind die Schlüsse, welche man ziehen kann. Wenn wir z. B. finden, daß in Frankreich die Zahl der Geburten abnimmt und die „große Nation" in Bezug auf die mittlere Frequenz des Nachwuchses den letzten Rang einnimmt unter den Staaten Italien, Oesterreich, Deutschland, Schweiz, Niederlande, England, Norwegen und Dänemark, so ist dies ein Symptom, welches uns sagt, daß in Frankreich die Lage der Gesellschaft im ganzen eine durchaus nicht befriedigende ist; wenn wir nun ferner finden, daß sich das procentische Verhältniß der Todesfälle nicht verringert, sondern langsam wächst, so haben wir ein weiteres Symptom und unser Schluß über die Fäulniß der Gesellschaft in Frankreich wird ein um so sicherer. Wie schlimm es drüben aussieht, das mag man an der That-

sache abmessen, daß nach den eigenen Angaben französischer Statistiker der Ueberschuß der Geburten über die Todesfälle jährlich pro Million Bewohner in Preußen 13.300, im glorreichen Frankreich aber nur 2400 beträgt!! Im Jahre 1858 hatte Preußen 17,739.913 Bewohner, 1864 dagegen 19,255.139, so daß der sechsjährige Zuwachs hier 1,515.226 Menschen betrug, während in der gleichen Zeit das damals mehr als doppelt so volkreiche Frankreich nur um 680,934 Einwohner stieg — zum guten Theile noch sogar Einwanderer! Unter solchen Verhältnissen kann es nicht Wunder nehmen, wenn Frankreich (Elsaß-Lothringen abgerechnet) von 1866 bis 1872 um 366.953 Seelen abgenommen hat! Der Krieg erklärt diese Abnahme nur zum allergeringsten Theile. Aus solchen übereinstimmenden Symptomen schließt der Statistiker auf ein langsames Zerbröckeln der betreffenden Gesellschaft und erklärt, daß sie im Kampfe ums Dasein immer mehr auf die Seite Derer gedrängt wird, die auf dem Aussterbe-Etat stehen.

Dieses Beispiel bietet eine Anwendung der Lehre von den Symptomen auf die Zustände eines ganzen Volkes.

II.

Unter allen Gesetzen, deren Ermittelung mit Hilfe statistischer Untersuchungen von allgemeinerm Interesse ist, stehen diejenigen, welche sich auf Geburt und Tod des Menschen beziehen, mit in erster Linie. Es liegt auch hierüber gegenwärtig ein großes und wohl gesichtetes Material vor, so daß der Statistiker bezüglich mancher Länder im Stande ist, voraus zu sagen, wie viel Geburten und Todesfälle dort im nächsten Jahr stattfinden werden, ohne daß er Gefahr läuft, in seinen Vorausbestimmungen sich zu irren.

Untersucht man die Frequenz der Geburten in der Ehe für die einzelnen Länder Europa's, so findet man, daß diese durchaus nicht überall gleich ist, sondern im Allgemeinen von Süd nach Nord hin abnimmt. So entfallen auf je 100 Ehen in Portugal 510 Geburten, in Piemont 478, in Baiern 442, in Preußen 440, in der Schweiz 432, in England 418, in Dänemark 390, in Frankreich 330. Freilich läßt sich hieraus noch keines=

wegs ein Schluß auf die Frequenz des Populations-Nachwuchses in diesen einzelnen Ländern ziehen, denn wie Sadler und Quetelet nachgewiesen haben, treten zahlreiche Geburten stets zusammen mit zahlreichen Todesfällen auf. In Spanien kommen durchschnittlich auf je 100 Sterbefälle 132 Geburten, in Preußen 138, in Dänemark 153, in England 172, in Norwegen 193; Frankreich mit 111, steht wiederum auch hier am Ende der Reihe.

Die Zahl der Geburten ist durchaus nicht in allen Monaten des Jahres die gleiche. Schon vor fast einem halben Jahrhundert hat Quetelet gefunden, daß, während die Todesfälle im Januar ihre höchste Zahl erreichen, das Maximum der Geburten auf den Monat Februar fällt und sechs Monate später die geringste Zahl derselben eintritt. Villermé kam später durch seine Untersuchungen zu demselben Ergebnisse und zog den weiteren Schluß, daß jene Ungleichheit hauptsächlich den Veränderungen der Temperatur zuzuschreiben sei. Dieser Schluß wird durch die Ermittelungen zu Buenos-Ayres in Südamerika bestätigt. Dort ist bekanntlich Sommer, wenn bei uns Winter herrscht und umgekehrt, es herrschen also in den gleichen Monaten dort und hier die entgegengesetzten Jahreszeiten. Dem entsprechend fallen in Buenos-Ayres die meisten Geburten in die Monate Juli, August und September, die wenigsten in die Monate Januar, Februar und März. Merkwürdiger Weise tritt der Einfluß der Jahreszeiten unter allen statistisch bearbeiteten Ländern am wenigsten in Sachsen hervor.

Wappäus, der hierauf aufmerksam machte, meint, daß sich hierin der besondere Charakter dieses Landes ausdrücke, nämlich der Charakter eines sehr dicht bevölkerten, überaus industriellen Landes, bei dessen Bevölkerung die physischen Einflüsse um so mehr zurücktreten müssen, je mehr überhaupt eine überwiegend industrielle Bevölkerung bei ihrer maschinenartig Jahr aus Jahr ein sich gleichmäßig fortbewegenden Arbeit auch in ihrem Leben ein maschinenartig gleichförmiges, abgeschliffenes Wesen annehme, welches eben so sehr der Natur entfremdet, als es nationale Sitten und Gewohnheiten ertödtet. Eduard Reich macht hierzu die Bemerkung: „Wenn die Welt zum Arbeitshause, zur Fabrik, der Mensch zum Werkzeuge, zum Rade in der Maschine, oder zum vollendeten Kunstthiere wird, wirken die Jahreszeiten anders auf ihn ein, und so wie er selbst sich verschiebt, so verschieben sich auch die natürlichen Vorgänge, welche in ihrer Gesammtheit das Leben ausmachen."

Eine merkwürdige und überall wiederkehrende Thatsache ist es, daß einige Procent mehr Knaben als Mädchen zur Welt kommen. Obenan in dieser Beziehung steht Rußland, das Verhältniß ist hier 1089 zu 1000, in Frankreich ist es 1066 zu 1000, in Preußen 1059 zu 1000, in England 1047 zu 1000, in Schweden 1046 zu 1000. Ob das Klima in dieser Beziehung von Einfluß ist, läßt sich nicht genau erweisen, dazu bedarf es noch zahlreicher Beobachtungen, besonders aus südlichen Ländern. Eine Zusammenstellung der Civilstandsregister

der Capcolonie ergibt für die Jahre 1813—1820 unter der freien weißen Bevölkerung 6604 männliche und 6789 weibliche Geburten, demnach das Verhältniß der ersteren zu den letzteren wie 96 zu 100. Die Sklavenbevölkerung ergab in den nämlichen Jahren 2936 männliche und 2826 weibliche Geburten, also das beiderseitige Verhältniß wie 104 zu 100. Es fehlt hiernach sehr an statistischem Material, und es dürfte noch manches Jahrzehnt vergehen, ehe es der Wissenschaft gelingt, die angeführte merkwürdige Thatsache nach ihren Ursachen zu ergründen. Ueberhaupt besitzt man über die Geburten weniger statistisches Material als über die Todesfälle, vielleicht, wie Quetelet meint, weil der Mensch weniger Interesse daran hat, zu wissen, wann und wie er ins Leben eintrat, als wie er dasselbe wird verlassen müssen. Die Gesetze, welche die Frequenz der Geburten beherrschen, sind ihm mehr Objecte der Neugierde, während ihm hingegen die Kenntniß der Chancen, welche er hat zu leben oder zu sterben, von Wichtigkeit erscheint.

Kriege, Seuchen und Theuerungen vermindern die Zahl der Geburten; besonders der Krieg ist von größtem Einflusse. Es gehört daher schon eine gute Portion Wahnsinn dazu, wenn der verrückte Proudhon im Jahre 1861 drucken ließ: „Der Krieg ist die tiefste und feinste Erscheinung unseres sittlichen Lebens. Keine andere läßt sich ihm vergleichen. Der Krieg, in welchem eine falsche Philosophie und eine noch falschere Menschenfreundlichkeit ein entsetzliches Uebel erblickt: er ist die unverderblichste Entäußerung unseres Gewissens, ein Act,

der uns hoch ehrt vor Schöpfung und Ewigkeit.“ Es erfordert die ganze Feinheit und das ganze Phrasengeklingel der französischen Sprache, um solchen Unsinn ernsthaft in die Welt schicken zu können; in unserer kernigen, logischen, deutschen Sprache wäre es absolut unmöglich.

III.

Gehen wir zur Betrachtung der Sterblichkeits-Verhältnisse über, so müssen wir hier zuerst, gleich wie bei den Geburten, eine außerordentliche Regelmäßigkeit constatiren, wenn wir große Massen betrachten. Eine Tabelle, die sich auf England bezieht und diese Regelmäßigkeit beweist, wurde bereits im ersten Artikel mitgetheilt. Aehnliche Tabellen liegen über viele andere Länder vor, und sie zeigen ganz dasselbe. Man sollte glauben, daß Seuchen, wie z. B. die Blattern, die Cholera 2c., die in einzelnen Jahren mit Heftigkeit auftreten, diese Regelmäßigkeit erheblich stören müßten; allein, so verheerend auch diese Krankheiten erscheinen, so ist ihr Einfluß auf die Mortalität größerer Bezirke doch nur ein sehr geringer. Schlägt man z. B. die statistische Zusammenstellung nach über die Zahl der Opfer sämmtlicher Cholera-Epidemien von 1831 bis 1866, so ergibt sich für den preußischen Staat, daß in diesen sämmtlichen Epidemien nur $^{4}/_{10}$ Procent der Bewohner jener Krankheit erlagen. An und für sich repräsentirt

dieser Bruchtheil von Einem Procente schon eine beträchtliche Anzahl kostbarer Menschenleben, er umschließt eine unermeßliche Summe von Elend, Kummer und Noth; aber was wir hier allein ins Auge zu fassen haben: auf das mittlere Sterblichkeits-Verhältniß ist der Einfluß nur gering. Das ist freilich nicht immer so gewesen; die Seuchen früherer Jahrhunderte traten in einer Weise auf, daß sie die Sterblichkeits-Verhältnisse ganzer Länder für Jahre total veränderten. Was z. B. die Cholera anbelangt, so verschwinden ihre, wenngleich immerhin furchtbaren Wirkungen vollständig gegenüber den Verheerungen, welche durch ansteckende Krankheiten in den früheren Jahrhunderten hervorgerufen wurden. Von der furchtbaren Pest, die im Jahre 542 begann und in den verschiedenen Theilen Europa's fast ein halbes Jahrhundert andauerte, will ich nur bemerken, daß sie ganze Städte geradezu entvölkerte; ihr folgte im Jahre 717 eine neue Epidemie, die drei Jahre dauerte und in Konstantinopel allein eine Drittelmillion Menschen tödtete. Sie wurde im Jahre 874 durch eine neue verheerende Krankheit ersetzt, die sich gleichfalls über einen großen Theil von Europa ausdehnte. Im Jahre 996 wüthete das sogenannte heilige Feuer unter den Menschen und 1092 begann abermals eine furchtbare Pest, in Folge deren weite Landstriche sämmtliche Bewohner verloren und zur Wildniß wurden. Das Jahr 1310 brachte für den größten Theil Europa's eine so furchtbare Pest, wie die Annalen der Geschichte keiner ähnlichen erwähnen. Verheerend schritt der Tod durch die Gauen Deutsch-

lands; Grabesstille ruhte über den gewerb- und verkehrreichsten Handelsstädten und scheu wich der Mensch dem Menschen aus. Schrecklich wüthete die Seuche längs der schönen Ufer des Rheinstromes; 15.000 Opfer verschlang sie in dem reichen Basel, 16.000 in Mainz, 40.000 in dem „hilligen" Köln. Es waren 30 Jahre seit dem Aufhören dieser Seuche verflossen, als der „schwarze Tod" auftrat und in Folge der schrecklichen Verheerungen, welche er anrichtete, bald alle Bande staatlicher und gesellschaftlicher Ordnung löste. Nachdem diese furchtbare Krankheit zuerst an den Ufern des Euphrat und Tigris gewüthet, nachdem Diarbekir und das gärtenreiche Damaskus fast zugleich ausgestorben waren, schritt sie gleich einer Geißel Gottes nach Europa hinüber, raffte den Kaiser Andronicus in Konstantinopel hinweg und brach hierauf in Deutschland ein; 70.000 Menschen fielen ihr in Wien zum Opfer, 80.000 fraß sie in London. Schrecken lagerte über ganz Europa. Von den weiten kalten Flächen Rußlands bis in die Thalniederungen Spaniens drohte der „schwarze Tod" alles menschliche Leben zu verschlingen. Diese schreckliche Seuche wüthete 5 Jahre hindurch und verschwand im Jahre 1531; allein fünf Jahre später kam sie mit größerer Heftigkeit wieder. Nach Petrarca blieben damals in Italien von 1000 Menschen keine 10 übrig und die Leichen wurden durch die Fenster auf die Straßen geworfen, da Niemand vorhanden war, sie zu begraben. Die allgemeine Meinung war, das Menschengeschlecht werde gänzlich aussterben. In allen Cholerajahren von 1831 bis 1866 inclusive

starben in der Rheinprovinz 12.620, in Westphalen 3330, in Schlesien 53.171 Menschen; und nun vergleiche man diese Zahlen mit jenen aus dem 16. Jahrhundert, wo eine Epidemie in einer Stadt 70.000 bis 80.000 Menschen tödtete, wo in einem Lande wie Italien unter je 1000 Bewohnern Hunderte der Krankheit zum Opfer fielen! Nach solchen Resultaten wird es gewiß Niemand mehr in Abrede stellen wollen, daß das Menschengeschlecht gegenwärtig eine ungleich bessere Stellung gegenüber den verheerenden Krankheiten einnimmt als in früheren Zeiten. Man könnte glauben, daß dies vielleicht nur deshalb der Fall zu sein scheine, weil überhaupt in dem gegenwärtigen Jahrhunderte die Epidemien in milderer Gestalt aufträten als im Mittelalter. Diese Meinung ist aber unrichtig. Wenn die Cholera nicht ganze Städte geradezu entvölkert, wie es die Pest früher gethan, so liegt dies nur an den in Folge vermehrter Einsicht der Menschen angeordneten besseren sanitätlichen Maßregeln, die heutzutage ergriffen werden.

In früheren Jahrhunderten befanden sich z. B. die Kirchhöfe in den Ringmauern der Städte, viele Pfarrkirchen hatten ringsum ihren eigenen Kirchhof; dazu war es mit der Reinlichkeit der meist eng zusammen wohnenden Bevölkerung auch nicht eben gut bestellt. Muß man sich nach alle dem wundern, wenn eine Epidemie Jahre lang in den Städten haust und fast die ganze Bevölkerung fortrafft, besonders, wenn schließlich die Leichen nicht einmal mehr begraben werden? Abgesehen von allen Epidemien ist auch heute noch die durchschnittliche

Sterblichkeit überall da am größten, wo viele Bewohner in engen, niedrigen, schmutzigen Räumen zusammengepferdht leben. So stirbt z. B. in denjenigen Stadtvierteln von New-York, in welchen die Hauptmasse der Bevölkerung aus armen Irländern besteht, von 19 Bewohnern jährlich Einer, während in den wohlhabendsten Stadtvierteln jährlich auf 60 Bewohner erst ein Todter kommt. Ehe genügende sanitätliche Maßregeln ergriffen waren, starb in London alljährlich von 20 Menschen Einer, gegenwärtig nur von 45 Einer; in Philadelphia starb von 30 Menschen Einer, während nach Einführung guter Sanitätspolizei erst auf 51 Menschen jährlich ein Sterbefall kommt. Seit in Liverpool die Kellerwohnungen und schlechten Miethswohnungen genau beaufsichtigt, resp. untersagt werden, hat sich die Sterblichkeit um mehr als ein Drittel vermindert. Man hat hier ein augenfälliges Beispiel, in welchem Maße der Mensch auf den Grad der Sterblichkeit einzuwirken vermag. In welchem Grade der Wohlstand auf die Verlängerung des Lebens einwirkt, und wie Armuth das Leben verkürzt, zeigt folgende von Caspers zusammengestellte Tabelle. Hiernach leben von 1000 zu gleicher Zeit Geborenen

	Wohlhabende	Arme
nach 5 Jahren noch . . .	943 . .	655
„ 10 „ „ . . .	938 . .	598
„ 20 „ „ . . .	866 . .	566
„ 30 „ „ . . .	796 . .	486
„ 40 „ „ . . .	695 . .	396
„ 50 „ „ . . .	557 . .	283

		Wohlhabende		Arme
nach 60 Jahren noch	. . . .	398	. .	172
„ 70 „ „	. . . .	235	. .	65
„ 80 „ „	. . . .	57	. .	9

Für reiche Leute stellte sich die mittlere Lebensdauer auf 50 Jahre, für Arme fand sie Caspers zu nur 32 Jahren. Für London ist die mittlere Lebensdauer der wohlhabenden Stände 44 Jahre, der Armen nur 22 Jahre. Daß es nur der durch Armuth hervorgerufene mehr oder minder große Mangel an den nothwendigen Lebensbedürfnissen, reichlicher, luftiger Wohnung, genügender körperlicher Pflege 2c. ist, welcher die große Sterblichkeit der ärmeren Stände hervorruft, beweisen folgende Zusammenstellungen.

In den 90 Jahren von 1694 bis 1784 betrug für Paris die durchschnittliche Sterblichkeit

in den 10 theuersten Jahren	25670	Sterbefälle
„ „ 10 billigsten „	17529	„

Als im Jahre 1800 der Preis des Weizens in London 113 Schillinge betrug, ereigneten sich 25670 Todesfälle, im Jahre 1802, bei halb so hohen Weizenpreisen war die Sterblichkeit auf 20508 Personen gesunken. Man könnte bei diesen Angaben vielleicht an einen Zufall denken, wodurch gerade das Maximum der Todesfälle mit dem Maximum der Getreidepreise zusammenfiel; allein die Zusammenstellungen der Todesfälle in 7 englischen Grafschaften ergaben im Jahre 1801 bei sehr hohen Getreidepreisen eine Sterblichkeit von

55965 Personen, bei um die Hälfte billigeren Getreidepreisen fiel die Sterblichkeit auf 20508. Wem auch diese Zahlen noch nicht genügen sollten, für den will ich ferner bemerken, daß Nicander fand, wie in Schweden die Theuerungsjahre eine weit größere Zahl von Sterbefällen lieferten, als Jahre, in welchen die Lebensmittel billig waren; so wurde die Sterblichkeit in Schweden im Theuerungsjahre 1762 um 30 Procent, im Jahre 1773 sogar um 33 Procent vermehrt. Wie sehr Pflege und Sorgfalt auf die natürlichen Lebensbedingungen des Körpers geeignet sind, die Sterblichkeit zu vermindern, beweist auch die Sterblichkeit der Kinder in den ersten Lebensjahren. So sterben durchschnittlich in England 15 Procent der lebendig geborenen Kinder vor Erreichung des zweiten Lebensjahres, während in den Familien der englischen Peers nur höchstens 8 bis 10 Procent der Kinder im ersten Lebensjahre sterben. Betrachtet man größere Länder, so findet sich, daß unter 100 Kindern während des ersten Lebensjahres sterben:

in	England	durchschnittlich	15,
„	Belgien	„	15,
„	Preußen	„	18,
„	Sachsen	„	26,
„	Baiern	„	30.

Diese enormen Unterschiede sind hauptsächlich nur den socialen Bedingungen, dem Wohlstande und der größern oder geringern Bildung des Menschen zuzuschreiben. Sachsen, das hinsichtlich des durchschnittlichen Bildungsgrades seiner Gesammtbevölkerung und hinsichtlich des

materiellen Wohlstandes derselben hinter Belgien und Preußen zurücksteht, zeigt auch eine weit größere Kindersterblichkeit als diese, und in Sachsen ist es die arme Bevölkerung der Fabrikdistricte, welche die enorme Kindersterblichkeit dieses Staates bedingt. „Bildung", sagt ein bekanntes Sprüchwort, „Bildung macht frei!" Man darf hinzusetzen: Bildung verlängert das Leben, indem sie durch Verbesserung der socialen Stellung und Erkenntniß der nothwendigen Lebensbedingungen, durch Vermeidung der schädlichen, das Leben abkürzenden Gewohnheiten und Sitten dem Tode viele Lebensjahre entringt und die Summe der von dem Menschengeschlechte geleisteten Arbeit um ein großes vermehrt.

Finlaison hat auf Grund der englischen Tontinengesellschaften ermittelt, daß bei den verschiedenen Altersklassen, die wahrscheinliche mittlere Lebensdauer, also die Zahl der Jahre, welche ein Mensch des betreffenden Alters noch zu leben hat, betrug:

	im Jahre 1695	in den Jahren 1785—1825
im Alter von 5 Jahren	41 Jahre	52 Jahre
" " " 10 "	38 "	48 "
" " " 20 "	32 "	41 "
" " " 30 "	26 "	36 "
" " " 40 "	23 "	29 "
" " " 50 "	17 "	23 "
" " " 60 "	12 "	16 "
" " " 70 "	7 "	10 "

55965 Personen, bei um die Hälfte billigeren Getreidepreisen fiel die Sterblichkeit auf 20508. Wem auch diese Zahlen noch nicht genügen sollten, für den will ich ferner bemerken, daß Nicander fand, wie in Schweden die Theuerungsjahre eine weit größere Zahl von Sterbefällen lieferten, als Jahre, in welchen die Lebensmittel billig waren; so wurde die Sterblichkeit in Schweden im Theuerungsjahre 1762 um 30 Procent, im Jahre 1773 sogar um 33 Procent vermehrt. Wie sehr Pflege und Sorgfalt auf die natürlichen Lebensbedingungen des Körpers geeignet sind, die Sterblichkeit zu vermindern, beweist auch die Sterblichkeit der Kinder in den ersten Lebensjahren. So sterben durchschnittlich in England 15 Procent der lebendig geborenen Kinder vor Erreichung des zweiten Lebensjahres, während in den Familien der englischen Peers nur höchstens 8 bis 10 Procent der Kinder im ersten Lebensjahre sterben. Betrachtet man größere Länder, so findet sich, daß unter 100 Kindern während des ersten Lebensjahres sterben:

in	England	durchschnittlich	15,
"	Belgien	"	15,
"	Preußen	"	18,
"	Sachsen	"	26,
"	Baiern	"	30.

Diese enormen Unterschiede sind hauptsächlich nur den socialen Bedingungen, dem Wohlstande und der größern oder geringern Bildung des Menschen zuzuschreiben. Baiern, das hinsichtlich des durchschnittlichen Bildungsgrades seiner Gesammtbevölkerung und hinsichtlich des

IV.

Aus einer sehr großen Anzahl von einzelnen Angaben hat man sogenannte Mortalitätstabellen zusammengestellt; dieselben zeigen, wie viele von einer gewissen Anzahl Menschen nach 5, 10 u. s. w. noch am Leben sind. Diese Tafeln bilden die Basis auf der unsere Lebensversicherungs-Gesellschaften ruhen. Ich will hier einen kleinen Auszug aus einer solchen Tabelle mittheilen.

Alter	Zahl der Lebenden	Alter	Zahl der Lebenden
0	1000	45	340
5	580	50	300
10	534	55	254
15	512	60	211
20	490	65	160
25	468	70	111
30	437	75	69
35	408	80	38
40	370	85	18

Man sieht aus dieser Tabelle, daß im Durchschnitt zu Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts jeder Mensch die Aussicht hatte, acht Jahre länger zu leben als zu Anfange des vorhergehenden Jahrhunderts. Diese Zahlen beweisen gleichzeitig, was von den Behauptungen Derer zu halten ist, die da sagen, das böse Menschengeschlecht von heute stehe in Bezug auf Lebenskraft und körperliche Gesundheit weit hinter seinen Vorfahren im Mittelalter zurück und es gehe alle Tage mehr und mehr mit ihm bergab. Diese Behauptungen sind ebenso ungeschickte Lügen, wie die damit parallel laufende, die heutige Menschheit sei in Bezug auf allgemeine Sittlichkeit im Verhältnisse zu früheren Jahrhunderten gesunken.

---

von diesen 2 Fällen beim ersten Wurfe eintritt ist gleich $^2/_6$; die Wahrscheinlichkeit, daß keiner dieser beiden Fälle eintritt ist aber gleich $^4/_6$, da 4 Fälle gegen mich sind. Die Unwahrscheinlichkeit ist also hier größer als die Wahrscheinlichkeit. Der Bruch, welcher die Wahrscheinlichkeit ausdrückt, zu demjenigen addirt, der die Unwahrscheinlichkeit bezeichnet, liefert als Summe stets Eins, d. h. die Gewißheit. Je näher der Bruch für die Wahrscheinlichkeit der Zahl Eins kommt, um so größer ist dieselbe, für Eins selbst tritt die Gewißheit ein. Ist der Bruch, der die Wahrscheinlichkeit repräsentirt, gleich $^1/_2$, so hat man eben so viel Chancen für als gegen, ist der Bruch kleiner als $^1/_2$, so verwandelt sich die Wahrscheinlichkeit in Unwahrscheinlichkeit, d. h. das Gegentheil ist wahrscheinlicher.

Kehren wir jetzt wieder zu unserer kleinen Tabelle zurück, so wird Jeder leicht verstehen, was es heißt, wenn ich frage: „Wie groß ist nach dieser Tabelle die Wahrscheinlichkeit, daß ein 35jähriger Mann 50 Jahre alt wird?“ Um diese Frage zu beantworten, suchen wir in unserer Tafel die Zahl der Lebenden im Alter von 50 Jahren und dividiren sie durch die Zahl der Lebenden von 35 Jahren, erhalten also 300:408 oder sehr nahe $^3/_4$. Das ist nach dem Vorhergehenden eine ziemlich hohe Wahrscheinlichkeit, indem sie besagt, daß von je 4 Leuten, die heute 35 Jahre alt sind, durchschnittlich 3 das fünfzigste Lebensjahr erreichen werden. Fragen wir weiter, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, daß diese Leute, nachdem sie 50 Jahre alt sind, noch fernere

Aus dieser Tabelle ersieht man auf den ersten Blick die ungeheure Sterblichkeit in den ersten Lebensjahren. Die Aussicht, daß ein Kind, wenn es zur Welt kommt, am Leben bleiben und ein reifes Alter erreichen wird, ist eine sehr geringe, aber sie nimmt zu mit den Jahren.

Für jedes Alter existirt eine gewisse Lebenswahrscheinlichkeit, d. h. jedes Alter hat noch eine gewisse Anzahl von Jahren vor sich, welche die Hälfte der Lebenden sicher erreicht. Wir gelangen hier im Verfolge unserer Unterhaltungen auf das Gebiet der Wahrscheinlichkeitsrechnung und ich muß, des bessern Verständnisses halber, über diese letztere einige erläuternde Worte vorausschicken. Was man im Allgemeinen unter Wahrscheinlichkeitsrechnung versteht, deutet schon der Name an; nämlich die Berechnung der Wahrscheinlichkeit, daß irgend ein näher bestimmtes Ereigniß eintreten wird. Nehmen wir einen gewöhnlichen sechsseitigen Würfel und werfen ihn beliebig auf den Tisch. Es fragt sich, wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß gerade eine bestimmte Seite, wir wollen annehmen diejenige mit 4 Augen, oben aufliegt? Offenbar sind hier 6 Fälle möglich, indem der Würfel 6 Seiten hat und beim flüchtigen Hinwerfen keine dieser Seiten vor der andern einen Vorzug besitzt. Von diesen 6 Fällen ist aber für mich bloß ein einziger, günstig und die Wahrscheinlichkeit, daß beim ersten Wurfe gerade dieser Fall eintritt, ist gleich $^1/_6$. Hätte ich zwei Seiten des Würfels gewählt, also etwa die mit 4 Augen und die mit 5 Augen, so sind unter den 6 möglichen Fällen 2 für mich günstig, und die Wahrscheinlichkeit, daß einer

sammen leben werden, gleich $^{8}/_{10} \times {}^{3}/_{4} = {}^{24}/_{40}$ oder $^{6}/_{10}$. Dieser Fall ist also noch immer wahrscheinlicher als das Gegentheil, indem er unter je 10 Beispielen durchschnittlich 6 Mal eintritt. Auf der Berechnung dieser Wahrscheinlichkeiten beruht die Feststellung der Witwenpensionen.

V.

Nach dem, was wir im vorigen Artikel kennen lernten, weiß Jeder sofort, was man zu verstehen hat, wenn es heißt, daß die mittlere Lebensdauer des Individuums diejenige ist, für welche die Lebenswahrscheinlichkeit gleich $1/2$ ist. Es ist klar, daß dies eintritt, wenn die Zahl der Personen des Alters, von dem man ausgeht, durch den Tod auf die Hälfte zusammengeschmolzen ist. Man könnte daher wieder unsere kleine Tabelle benutzen, um aus derselben die mittlere Lebensdauer für die einzelnen Altersklassen zu berechnen; allein sie ist zu allgemein gehalten, um genauere Resultate zu erlangen. Ich will daher nebenstehend eine andere genaue Tabelle mittheilen, welche für verschiedene Länder direct die wahrscheinliche Lebensdauer in den einzelnen Jahren des Alters enthält.

Diese Tabelle zeigt, daß die wahrscheinliche Lebensdauer des Neugeborenen in Schweden, überhaupt im Norden am größten ist und daß sie gegen Süden hin ziemlich rasch fällt.

Alter	Mittlere Lebensdauer in Jahren				
Jahre	Schweden	England	Belgien	Niederlande	Baiern
0	51	45	42	34	27
10	53	51	50	50	50
20	43	43	43	42	41
30	35	35	35	34	34
40	27	27	27	26	26
50	19	20	20	19	18
60	13	13	13	12	12
70	7	8	7	7	7
80	4	4	4	3	4

Schon in den ersten Lebensjahren gleicht sich dieser Unterschied, der keineswegs auf klimatische Verhältnisse hauptsächlich zurückzuführen ist, nahezu aus und für die Lebensalter von 10 Jahren ab ist er in ganz Europa völlig unmerklich.

Eine merkwürdige Thatsache ist es, daß in allen genauer untersuchten Theilen Europa's die mittlere Lebensdauer des weiblichen Geschlechtes sich um einige Jahre höher ergibt als die des männlichen. Besonders im ersten Lebensjahre stellt sich das Sterblichkeitsverhältniß sehr zu Ungunsten des männlichen Geschlechtes heraus, gleicht sich dann in den Jahren zwischen 20 und 40 nahezu aus und sinkt dann fast wieder auf den Standpunkt der ersten Lebensjahre herab, wird also für das männliche Geschlecht immer ungünstiger. Daß die Ungunst der Zeitverhältnisse, Krieg, Theuerung, Hungers-

V.

Nach dem, was wir im vorigen Artikel kennen lernten, weiß Jeder sofort, was man zu verstehen hat, wenn es heißt, daß die mittlere Lebensdauer des Individuums diejenige ist, für welche die Lebenswahrscheinlichkeit gleich $^1/_2$ ist. Es ist klar, daß dies eintritt, wenn die Zahl der Personen des Alters, von dem man ausgeht, durch den Tod auf die Hälfte zusammengeschmolzen ist. Man könnte daher wieder unsere kleine Tabelle benutzen, um aus derselben die mittlere Lebensdauer für die einzelnen Altersklassen zu berechnen; allein sie ist zu allgemein gehalten, um genauere Resultate zu erlangen. Ich will daher nebenstehend eine andere genaue Tabelle mittheilen, welche für verschiedene Länder direct die wahrscheinliche Lebensdauer in den einzelnen Jahren des Alters enthält.

Diese Tabelle zeigt, daß die wahrscheinliche Lebensdauer des Neugeborenen in Schweden, überhaupt im Norden am größten ist und daß sie gegen Süden hin ziemlich rasch fällt.

Alter	Mittlere Lebensdauer in Jahren				
Jahre	Schweden	England	Belgien	Niederlande	Baiern
0	51	45	42	34	27
10	53	51	50	50	50
20	43	43	43	42	41
30	35	35	35	34	34
40	27	27	27	26	26
50	19	20	20	19	18
60	13	13	13	12	12
70	7	8	7	7	7
80	4	4	4	3	4

Schon in den ersten Lebensjahren gleicht sich dieser Unterschied, der keineswegs auf klimatische Verhältnisse hauptsächlich zurückzuführen ist, nahezu aus und für die Lebensalter von 10 Jahren ab ist er in ganz Europa völlig unmerklich.

Eine merkwürdige Thatsache ist es, daß in allen genauer untersuchten Theilen Europa's die mittlere Lebensdauer des weiblichen Geschlechtes sich um einige Jahre höher ergibt als die des männlichen. Besonders im ersten Lebensjahre stellt sich das Sterblichkeitsverhältniß sehr zu Ungunsten des männlichen Geschlechtes heraus, gleicht sich dann in den Jahren zwischen 20 und 40 nahezu aus und sinkt dann fast wieder auf den Standpunkt der ersten Lebensjahre herab, wird also für das männliche Geschlecht immer ungünstiger. Daß die Ungunst der Zeitverhältnisse, Krieg, Theuerung, Hungers=

noth ꝛc. auf die Sterblichkeit einen großen Einfluß ausübt habe ich schon im dritten Artikel an einer Anzahl von Beispielen gezeigt.

Gleichwie die Geburten, so sind auch die Todesfälle keineswegs auf die einzelnen Monate des Jahres regelmäßig vertheilt; das Maximum fällt in den Januar, das Minimum in den Juli. Quetelet hat mit großer Sorgfalt die jährliche Periode der Todesfälle für die verschiedenen Lebensalter untersucht und ist dabei zu dem Resultate gelangt, daß der Einfluß der Jahreszeiten auf die Sterblichkeit sich nirgend stärker geltend macht als in der frühesten Kindheit und im Greisenalter und nirgend weniger als zwischen 20 und 25 Jahren, wenn der Mensch körperlich im Vollbesitze seiner Kräfte steht. Auch eine tägliche Periode macht sich in der Häufigkeit der Todesfälle bemerklich; im Durchschnitt treten die meisten gegen Mitternacht, die wenigsten um die Mittagszeit ein.

Vergleicht man die Anzahl der Todesfälle mit der Anzahl der Bewohner, so findet sich für die verschiedenen Länder und selbst für die einzelnen Theile eines und desselben Landes ein großer Unterschied.

In Skandinavien stirbt durchschnittlich jährlich ein Mensch von je 41 Bewohnern, in Dänemark von 45, in England von 51, in Polen von 44, in Deutschland von 45, in Rußland von 27, in Oesterreich von 40, in der Schweiz von 40, in Frankreich ebenfalls von 40, in Italien von 30, u. s. w. In der heißen Zone sind die Verhältnisse ungünstiger; in Batavia z. B. stirbt jährlich Einer von je 26 Einwohnern, in Bombay von

20, auf Guadeloupe von 27. Sehen wir uns die Sterblichkeitsverhältnisse der Städte an, so sind diese nicht minder verschieden. Quetelet gibt hierüber folgende Zahlen:

London:	1 Todesfall jährlich auf	45	Menschen,
Glasgow:		47	"
Madrid:		36	"
Livorno:		34	"
Moskau:		33	"
Lyon:		32	"
Paris:		31	"
Kopenhagen:		30	"
Barcelona:		29	"
Berlin:		29	"
Dresden:		28	"
Amsterdam:		27	"
Brüssel:		26	"
Prag:		25	"
Rom:		24	"
Wien:		22	"
Venedig:		20	"
Bergamo:		18	"

Was ist die Ursache dieses so verschiedenen Sterblichkeitsverhältnisses? Treffend beantwortet Reich diese Frage: „Das Klima, der Stand der Gesundheitspflege und Sittlichkeit und theilweise auch die Eigenthümlichkeit der Rasse; alle diese Momente bedingen in ihrer Zusammenwirkung das Verhältniß der Sterblichkeit. Wir sehen dieses Verhältniß für London so gering, für Wien,

Venedig und Bergamo so hoch. In Italien trägt schwerlich die Rasse zu der hohen Mortalität mancher Städte viel bei, um so mehr aber das Klima und der Mangel an Gesundheitspflege. Das Klima Englands ist gut, die Gesundheitsverhältnisse sind vorzüglich und die Rasse in hohem Grade widerstandsfähig. In Wien ist die Rasse vom Pestgifte socialer Fäulniß angegriffen, das Klima ungünstig, die hygienischen Beziehungen sind dort überhaupt noch gar keine Beziehungen. Amsterdam exhalirt aus seinen Grachten zur Zeit der Ebbe pestartige Dünste und die Gesundheitspflege kämpft daselbst mit den größten Schwierigkeiten. In Neapel entleert ein Jeder, selbst in der Toledostraße, alle unnennbaren Gefäße zum Fenster hinaus ihres wohlriechenden Inhalts, und die Rasse ist ein wenig angeätzt.

„Je normaler die Rasse sich erhielt und unter je normaleren Verhältnissen sie dahin lebt, je gesunder, sittlicher, gebildeter sie ist, desto geringer die Sterblichkeit. In günstigen Klimaten und auf gutem Boden kann der Mensch, wenn er die von der Natur gebotenen Vortheile entsprechend wahrnimmt, am besten sich erhalten, das Sterblichkeitsverhältniß am günstigsten gestalten."

VI.

Betrachten wir die Ehe vom Standpunkte der Statistik, so begegnen wir auch hier einer so merkwürdigen Constanz der Zahlen, daß man fast vergißt, wie der Act der Verheirathung im Allgemeinen ein rein willkürlicher ist. Jahr für Jahr begegnet man einer gleich großen Summe von Bewohnern eines Landes, auf die durchschnittlich eine Eheschließung entfällt. Nach Legoyt kam in Frankreich je eine Ehe

1836	bis	1840	auf	124	Bewohner
1841	„	1845	„	123	„
1846	„	1850	„	128	„
1851	„	1855	„	128	„
1856	„	1860	„	123	„
1861	„	1864	„	125	„

Im Durchschnitte während dieses ganzen Zeitraumes kam also in Frankreich eine Eheschließung jährlich auf je 125 Bewohner. Die Abweichungen von dieser mittleren Zahl sind in den einzelnen Perioden nur gering, aber in ihnen spiegeln sich die socialen und politischen

Zustände des Landes mehr oder weniger deutlich erkennbar ab. Um diesen Einfluß klarer zu zeigen, will ich die von Achilles Guillard gegebene Tabelle über die Eheschließung in Frankreich zwischen 1813 und 1818 hier hinsetzen:

1813	Strenge Conscription, welche die Verheiratheten schonte	387186	Eheschließungen.
1814	Invasion der Verbündeten, Ruin Frankreichs	193020	„
1815	Friedenszustände . .	246045	„
1816	„ zunehmender Wohlstand . .	249247	„
1817	Mangel an Lebensmitteln	205877	„

Die Politiker, sagt Reich, mögen stets im Auge behalten, daß das Sinken der Heirathsziffer unter das normale Maß immer als ein sehr bedenkliches Zeichen von Störung in den Vorgängen des gesellschaftlichen Organismus sich erweist. — Zahlen dieser Art sind für Politiker äußerst wichtig und für die sociale Anthropologie Werthmesser der obwaltenden Zustände.

Im Durchschnitt kommt in England jährlich eine Eheschließung auf 125, in Oesterreich auf 127, in Baiern auf 161, in Preußen auf 123, in Norwegen auf 130 Bewohner.

Vergleicht man das Alter der sich Verehelichenden, so findet man, daß für beide Geschlechter das Decennium zwischen 20 und 30 Jahren am zahlreichsten vertreten

ist. Eine genauere Untersuchung zeigt, daß das Maximum der Ehen für die Männer auf das Alter zwischen 25 und 30 Jahren, bei dem weiblichen Geschlecht auf das Alter von 20 bis 25 Jahren fällt. Es ist nicht ohne Interesse, die Vertheilung der Häufigkeit der Ehen auf die verschiedenen Lebensalter in den einzelnen Ländern mit einander zu vergleichen. Die nachstehende kleine Tafel bietet hierzu Material; sie zeigt, wie viele unter 100 Personen eines und desselben Geschlechts sich auf den einzelnen Altersstufen verheirathen.

	unter 20 Jahren		20—30 Jahre		30—40 Jahre		40—50 Jahre		50—60 Jahre	
	Männer	Frauen	Männer	Frauen	Männer	Frauen	Männer	Frauen	Männer	Frauen
England .	2	12	73	70	16	12	6	4	3	2
Belgien .	2	9	50	56	33	24	10	7	4	3
Frankreich	2	19	60	59	27	16	7	4	4	2
Baiern . .	—	4	44	58	39	29	—	—	—	—

Man sieht sofort, daß Baiern in dieser Tabelle eine ganz aparte Stellung einnimmt; die Ursache davon ist bekannt. Nicht wunderbar erscheint es, daß unter diesen Verhältnissen derselbe Staat auch bezüglich der illegitimen Geburten eine besondere Stellung aufweist. Dieselben betragen nämlich beiläufig auf je 100 legitime Geburten

in England 7,
„ Belgien 8,
„ Frankreich 8,
„ Baiern 21.

Nach Wappäus kommen auf je 10.000 Verheirathungen überhaupt in England 5528, die vor dem 25. Jahre geschlossen worden, in Sardinien 5305, in Frankreich 4312, in Schweden 3629, in Norwegen 3158, in Holstein 2960, in Baiern 2081. „Der Grund dieses Unterschiedes," bemerkt der genannte Gelehrte, „ist offenbar kein physischer, und wenn nach England in dieser Beziehung unmittelbar Staaten mit romanischer Bevölkerung folgen, so zeigt doch die ganze Reihenfolge deutlich, daß überall neben den physischen Factoren auch noch andere von verschiedenem Einflusse auf das absolute Heiratsalter sind. Einer dieser Factoren ist ohne Zweifel der Grad des allgemeinen Volkswohlstandes; daneben ist aber wohl ebenso gewiß die Natur der vorherrschenden Arbeit bei einer Bevölkerung als wichtiger Factor anzuerkennen, und da dieser Factor wiederum nicht in unmittelbarem und nothwendigem Zusammenhange mit der allgemeinen Prosperität einer Bevölkerung steht, so ist auch aus diesem Grunde die gefundene Reihenfolge nicht als eine zuverlässige Scala der Prosperität der verglichenen Bevölkerungen anzusehen."

Es ist ohne Zweifel sehr richtig, was Reich behauptet, nämlich daß jene Zahlen nicht nur auf den Grad des allgemeinen Wohlstandes, sondern auch auf den Geist der Gesetzgebung, den Stand der Vorurtheile und der Sitten und die Zeit der physischen Reife des Volkes hindeuten.

Die legitime Ehe hängt in ihrer Zahl von dem Stande der Gesundheit und Sittlichkeit der Bevölkerung,

von den Gesetzen und vom allgemeinen Wohlstande ab; je besser diese Verhältnisse, desto mehr Eheschließungen, desto mehr Liebe in der Ehe, desto besser die Erziehung der Nachkommen, desto länger die Dauer des Lebens, desto größer die physische und moralische Kraft der Nation.

VII.

Der Mensch als Mitglied der Gesellschaft bildet nicht allein rücksichtlich seiner physischen, sondern auch in Bezug auf seine moralischen Qualitäten einen wichtigen Gegenstand statistischer Untersuchung. Einen directen Maßstab zur Bestimmung dieser Qualitäten in den einzelnen Theilen der menschlichen Gesellschaft gibt es, wie bereits früher hervorgehoben wurde, nicht; man muß auf indirectem Wege sich in dieser Beziehung ein Urtheil zu bilden suchen.

Daß die Moral, überhaupt sittliches Gefühl, dem Menschen nicht angeboren ist, bedarf für den Denkenden keiner weitläufigen Beweise; kleine Kinder haben keinerlei sittliches Gefühl, es muß ihnen erst mühsam anerzogen ja es gibt einzelne Menschen, bei denen die beste Erziehung in dieser Hinsicht nur äußerst geringe Resultate erzielt. Unsere Moral ist einerseits durch die Art und Weise der menschlichen Organisation und anderseits durch die Zustände der uns umgebenden Welt bedingt. Als moralisch gilt uns nur das, was der Gesammtheit

Vortheil bringt. Deshalb ist es im Allgemeinen auch nicht richtig, was Thomas Buckle sagt: „Es findet sich nichts in der Welt, was so wenig Veränderung erlitten hat, als jene großen Grundsätze, welche die Moralsysteme ausmachen. Anderen Gutes zu thun, unsere eigenen Wünsche zu ihren Gunsten zu opfern, unseren Nächsten zu lieben wie uns selbst, unseren Feinden zu verzeihen, unsere Leidenschaften im Zaume zu halten, unsere Eltern zu ehren, die Obrigkeit zu achten, dies und dergleichen mehr, sind die Hauptsätze der Moral; aber sie sind seit Jahrtausenden bekannt und kein Titelchen ist zu ihnen hinzugefügt worden, durch alle Predigten, Homilien und Textbücher, welche Moralisten und Theologen zur Welt gebracht. Wenn wir dagegen den stationären Zustand moralischer Wahrheiten mit dem fortschreitenden Zustande intellectueller Wahrheiten vergleichen, so finden wir in der That einen auffallenden Unterschied. Alle Moralsysteme, welche großen Einfluß geübt, sind wesentlich dieselben gewesen. Ueber unser sittliches Betragen ist jetzt dem gebildetem Europäer nicht ein einziges Princip bekannt, welches nicht auch den Alten bekannt gewesen wäre. Im Verhalten der Intelligenz hingegen haben die Neueren nicht nur in jedem Gebiete des Wissens, das die Alten je zu erforschen versuchten, die bedeutendsten Erwerbungen gemacht, sondern sie haben auch die alten Methoden der Forschung umgestoßen und revolutionirt."

Man merkt, daß Buckle bei diesen Ausführungen lediglich die beiden Culturvölker der Griechen und Römer

im Auge hat; seine Behauptungen würden selbst nicht einmal ganz auf die sonst so hoch gebildeten Aegypter passen. Daß aber lange vor diesen Culturzuständen Perioden der Uncultur verliefen, während deren die Menschen einer Moral huldigten, die der unserigen in vielen Stücken geradezu auf den Kopf schlägt, daran denkt der englische Autor gar nicht. Ebenso vergißt er die zahlreichen noch lebenden Völkerstämme, deren moralische Principien auch mit den unserigen nicht harmoniren, er vergißt jene Wilden, welche ihre von Alter entkräfteten Genossen verhungern lassen oder begraben oder gar verzehren; er vergißt den überwiegend größten Theil der Bevölkerung des ungeheueren afrikanischen Continents, dessen moralische Vorstellungen auf den allerniedrigsten Stufen blieben bis zum heutigen Tage. Unsere moralischen Vorstellungen bleiben keineswegs stationär, sondern schreiten mit der Bildung, mit dem Wissen vorwärts; wie hoch stehen dieselben bereits über jenen unserer Vorfahren aus der Zeit des dreißigjährigen Krieges! Die Hauptsätze der Moral sind, wenn man auf die Culturvölker des Alterthums zurückgeht, allerdings seit Jahrtausenden bekannt; aber war auch ihre Bedeutung richtig erkannt und wurde sie praktisch bewahrheitet? Wer diese Frage bejahen wollte, den frage ich, wie es — um ein Beispiel anzuführen — mit dem, was wir heute Toleranz in religiöser Beziehung nennen, im Alterthum und Mittelalter bestellt war?

An und für sich ist der Mensch gar nicht moralisch, er wird es erst bei einer gewissen Ausbildung seiner

Intelligenz und insofern er ein geselliges Wesen ist. Der specielle Inhalt der Moral, gewissermaßen die Richtung derselben, ist durch die natürlichen Verhältnisse vorgezeichnet und nur aus diesen zu begründen. Wären, bemerkt Darwin, bei irgend einem socialen Thiere die Geisteskräfte hinreichend entwickelt, so würde sich moralisches Gefühl bei ihm bemerklich machen, aber dasselbe würde nothwendig von demjenigen des Menschen wesentlich verschieden sein. Wenn, sagt derselbe Forscher, der Mensch unter den nämlichen Zuständen lebte und erzogen wäre wie beispielsweise die Stockbiene, so ist es nicht zweifelhaft, daß unsere unverheiratheten Weiber es ebenso wie die Arbeitsbienen für eine heilige Pflicht halten würden, ihre Brüder zu tödten und die Mütter würden suchen, ihre fruchtbaren Töchter zu vertilgen und Niemand würde daran denken, dies zu verhindern, da es vollkommen moralisch erschiene.

Die Statistik bietet uns die Mittel, den Einfluß der äußeren Bedingungen, der Naturverhältnisse und der socialen Zustände auf die Moral vergleichend zu betrachten. Die Zahl der Verbrechen, sowohl gegen Eigenthum als gegen Personen, bildet einen sichern Zeiger für das Maß der Moral eines Volkes im Allgemeinen; allein es ist außerordentlich schwierig, ja in vielen Fällen gar nicht möglich, festzustellen, welchen Einfluß hierauf das Klima, der Rassen-Charakter, die socialen Verhältnisse, im einzelnen und für sich, ausüben. Es ist ein großer Fehler, zu glauben, daß Armuth die Häufigkeit der Verbrechen begünstige; im Gegentheil hat die Unter

suchung ergeben, daß gerade in armen Gegenden der Procentsatz der Verbrechen ein relativ und absolut sehr geringer ist. In Gegenden und Städten hingegen, wo großer Reichthum sich aufhäuft und gleichzeitig das Elend der arbeitenden Klasse ein weit ausgebreitetes ist, da vermehrt sich die Zahl der Verbrechen. Im Allgemeinen aber ist festzuhalten, daß der Mensch durchaus nicht Verbrecher wird, wenn oder weil er arm ist, sondern vielmehr wenn er aus dem Zustande einer gewissen Wohlhabenheit ins Elend stürzt und sich nicht mehr diejenigen Genüsse verschaffen kann, an die er gewohnt ist.

Sehen wir uns jetzt die Resultate der statistischen Zusammenstellungen etwas näher an, um daraus die „Neigung zum Verbrechen“ der Bewohner einzelner Länder zu erkennen.

Nach den statistischen Ermittlungen betrug die durchschnittliche jährliche Zahl der vor den Gerichtshöfen in Frankreich Angeklagten:

von 1826 bis 1830: 7130,
„ 1831 „ 1835: 7466,
„ 1836 „ 1840: 7885,
„ 1841 „ 1845: 7104,
„ 1846 „ 1850: 7430,
„ 1851 „ 1855: 7104,
„ 1856 „ 1859: 6810.

Im Durchschnitt kommt in Frankreich jährlich ein Angeklagter auf je 4400 Bewohner. Die statistischen Untersuchungen in Belgien ergeben, daß für dieses Land durchschnittlich pro Jahr 1 Angeklagter auf je 5031 Bewohner

kommt. Von der Zahl der Angeklagten ist die Zahl der Verurtheilten wohl zu unterscheiden und letztere ist natürlich geringer. Es ist nun merkwürdig, daß das Verhältniß der Zahl der Verurtheilten zur Zahl der Angeklagten sich Jahr für Jahr nahezu gleich bleibt. In Frankreich z. B. wurden von je 100 Angeklagten schuldig befunden:

1826 : 62,
1827 : 61,
1828 : 61,
1829 : 61,
1830 : 59.

Ueberhaupt kann man für Frankreich annehmen, daß von je 10 Beschuldigten 4 durch Urtheilsspruch frei ausgehen, während 6 überwiesen werden.

Die Zahl der Verbrechen gegen Personen ist keineswegs gleich der Zahl der Verbrechen gegen Eigenthum, auch ändert sich das Verhältniß dieser beiden Zahlen zu einander für die einzelnen Theile eines Landes außerordentlich. Ich will in dieser Beziehung nach den Untersuchungen Quetelet's, die sich auf Frankreich gegen Ende der Zwanziger Jahre beziehen, nur einige Zahlen hervorheben.

Hiernach kam Ein wegen Verbrechens gegen Personen Verurtheilter in Corsica auf je 3224 Bewohner, im Seine-Departement erst auf 25720 und im Departement Indre erst auf 99012 Bewohner. Während aber in Corsica Ein Verbrechen gegen Eigenthum erst auf je 8649 Personen kommt, wurde im Departement der Seine schon von je 2030 Bewohner Einer wegen solchen Ver-

brechens angeklagt. Auf Corsica kommen 3 Mal mehr Verbrechen gegen Personen als gegen Eigenthum vor, im Seine-Departement dagegen 13 Mal mehr Verbrechen gegen Eigenthum als gegen Personen, im Departement Indre 8 Mal mehr, während in den Departements Ober-Loire, Lot, Ariége und Ardéche beide Arten von Verbrechen gleich zahlreich vorkommen.

Zum Vergleich Frankreichs mit einigen anderen Ländern, mögen aus demselben Zeitraume folgende Zahlen angeführt werden.

In Dalmatien kam auf je 535 Bewohner ein Verbrechen gegen Personen, und auf je 625 Bewohner ein Verbrechen gegen Eigenthum. Die Zahl der Verbrechen überhaupt ist also hier verhältnißmäßig 12 Mal größer als auf Corsica, und ebenso 23 Mal größer als im Seine-Departement und fast 100 Mal größer als im französischen Departement Indre.

In Tyrol kommt durchschnittlich auf je 5700 Bewohner ein Verbrechen gegen Personen und auf je 1492 Bewohner ein solches gegen Eigenthum. In Mähren und Schlesien sind die betreffenden Zahlen 12.700 und 2700, in Böhmen 18.400 und 1900, in Ost- und Westpreußen 22.700 und 640, in Brandenburg 39.500 und 700, in Westfalen 38.400 und 1000, in Pommern 92.000 und 1500, in Friesland 13.200 und 3900, in Nordbrabant 22.000 und 10.000. Diese Zahlen zeigen den Einfluß, welchen Klima, Rasse und socialer Zustand vereinigt auf den moralischen Zustand ausüben.

Untersuchen wir speciel, wie sich die beiden Geschlechter der Neigung zum Verbrechen gegenüber verhalten, so finden wir, daß das zarte Geschlecht ein größeres Contingent zu den Verbrechern gegen Eigenthum als gegen Personen stellt, daß es aber im Allgemeinen gegen das stärkere Geschlecht bedeutend zurücksteht. Von 100 Verbrechen gegen Personen fallen in Frankreich nur 16 dem weiblichen Geschlecht zur Last, von 100 Verbrechen gegen Eigenthum aber 25, und von 100 Verbrechen überhaupt sind nur 21 dem weiblichen Geschlechte zur Last zu legen. In anderen Ländern stellt sich dieses Verhältniß etwas anders. Der Bedeutung des Gegenstandes halber möge folgende Tabelle, welche A. v. Oettinger zusammengestellt hat, hier Platz finden.

Unter je 100 Verbrechern waren:	Männer	Weiber
in England	75	25
Baiern	75	25
Hannover	77	23
Oesterreich	81	19
Holland	82	18
Belgien	82	18
Frankreich	82	18
Baden	84	16
Preußen	85	15
Sachsen	85	15
Ostseeprovinzen Rußlands	86	14
Spanien	88	12
Rußland	89	11

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich das interessante Resultat, daß in vorwiegend katholischen Ländern die Zahl der verbrecherischen Weiber weit geringer ist als in vorwiegend protestantischen, daß es sich aber bezüglich der Männer gerade umgekehrt verhält. „Es liegt demnach," sagt Reich, „in der katholischen Religion ein Etwas, welches auf das weibliche Geschlecht moralisirend wirkt, ein Etwas, welches der protestantischen Religion mehr oder weniger fehlt. Und dieses Etwas ist die größere Anregung zur Liebe und Barmherzigkeit. Aus diesem Grunde hat auch in katholischen Ländern das Elend niemals so hohe Grade erreicht, als in protestantischen, weil die stets active Barmherzigkeit sofort Balsam in die Wunden goß." Nach diesem Ausspruch findet sich Reich veranlaßt, noch folgenden Schlußsatz beizufügen: „Um allen Mißdeutungen vorzubeugen, erkläre ich hierdurch, daß ich für meinen Theil weder von der protestantischen noch der katholischen, weder von der muhamedanischen noch von der jüdischen Religion entzückt bin, noch auch zu irgend einer Kategorie von Religionsbekennern mich rechne."

Ob diese Erklärung nothwendig war, brauche ich nicht zu untersuchen, daß aber der Schluß, den Reich zieht, nicht zutreffend ist, wenigstens, daß es kein zwingender ist, läßt sich leicht zeigen. Ohne nämlich darauf hinzuweisen, daß in protestantischen Ländern, wie Preußen und in Rußland, wo die griechische Kirche herrscht, ein niedriger Procentsatz verbrecherischer Weiber erscheint, würde aus den Worten Reich's direct folgen, daß, weil

die Zahl verbrecherischer Männer in katholischen Ländern eine höhere ist als in protestantischen, in der katholischen Religion ein Etwas läge, was auf das männliche Geschlecht demoralisirend wirke. Es wäre aber doch wirklich lächerlich, von der katholischen Religion behaupten zu wollen, daß sie auf das schöne Geschlecht moralisirend und auf das starke demoralisirend einwirke, und daß es sich bei der protestantischen just umgekehrt verhalte!

VIII.

Das Alter übt auf die „Neigung zum Verbrechen" einen wesentlichen Einfluß, ja auch die Art und Weise der Verbrechen ändert sich mit den Jahren. Mit der Entwicklung der physischen Kräfte wachsen gleichzeitig die Leidenschaften und mit jenen nehmen diese ab. Es findet hier ein directes und deutlich erkennbares Abhängigkeitsverhältniß Statt. Beim Beginne des Lebens ist die „Neigung zum Verbrechen" ganz oder doch fast ganz gleich Null, sie wächst bis zu den Jahren zwischen 25 und 30 und zwar sehr rasch, hierauf nimmt sie langsam wieder ab, ohne indeß, selbst im höchsten Alter, wieder auf den geringen Stand der frühesten Jugend zurückzugehen. Es ist dies wie Quetelet richtig hervorhebt, lediglich eine Folge der angenommenen schlechten Gewohnheiten.

Fragt man nach der Natur der Verbrechen, zuerst ohne Rücksicht auf das Alter, sondern bloß unter Berücksichtigung des Geschlechtes, so findet man, wie auch von vornherein nicht anders zu erwarten, sehr bedeutende Unterschiede. Jedes der beiden Geschlechter neigt

vorzugsweise zu gewissen Verbrechen. Quetelet hat in dieser Beziehung eine außerordentliche instructive Zusammenstellung gegeben, welche die einzelnen, in den Jahren 1826 bis 1829 von den Gerichtshöfen Frankreichs abgeurtheilten Verbrechen und die Zahl der Verbrecher nach den beiden Geschlechtern unterschieden, aufzählt. Folgendes ist diese Tafel:

	Männer	Weiber
Diebstahl	10677	2249
Hausdiebstahl	2648	1602
Fälschung	1669	177
Verwundungen	1447	78
Todtschlag	1122	44
Mord	947	111
Verbrechen gegen die Sittlichkeit	685	7
Rebellion	612	60
Betrügerische Fallissemente	353	57
Meineid und Verführung dazu	307	51
Verwundung älterer Blutsverwandten	292	63
Brandstiftung	279	94
Kirchendiebstahl	176	47
Vergiftung	77	73
Elternmord	44	22
Kindesmord	30	426

Man sieht aus dieser Tabelle den großen Unterschied, welchen das Geschlecht auf die Natur des Verbrechens ausübt, von dem Kindesmorde an, wobei das weibliche Geschlecht mehr als 14 Mal stärker betheiligt ist, als das männliche, bis zu den Verbrechen gegen die Sittlichkeit, woran jenes im Verhältnisse von 1 zu 100 gegen dieses Geschlecht participirt.

Guerrey hat die in Frankreich gemachten verbrecherischen Angriffe auf das Leben des Nebenmenschen

einem genauen und umfassenden Studium unterworfen und findet, daß auch hier ganz bestimmte Zahlenverhältnisse herauskommen. Unter 1000 Fällen ist die Veranlassung durchschnittlich 237 Mal durch Händel in Wirthshäusern gegeben, 214 Mal durch Habsucht und persönliches Interesse, 124 Mal durch Familienverhältnisse, 10 Mal durch Geiz, Grausamkeit oder Brutalität, eben so oft durch Unverstand oder Irrsinn, Irrthum, Verzweiflung, Todeslust oder Unvorsichtigkeit.

Bezüglich der verschiedenen Lebensalter ergibt die statistische Untersuchung, daß in Frankreich Mord am zahlreichsten in den Jahren zwischen 25 und 35 vorkommt, 20 Mal zahlreicher als im Alter unter 16 Jahren, doppelt so häufig als zwischen 35 und 45 Jahren und 6 Mal häufiger als zwischen 55 und 65 Jahren.

Diebstähle kommen am häufigsten vor im Alter von 16 bis 20 Jahren, zwischen 21 und 30 Jahren nehmen sie an Zahl um $^1/_6$ ab, im folgenden Jahrzehend des Lebens wiederum um $^1/_4$ bis ihre Zahl vom 80. Jahre ab auf $^1/_{250}$ des Maximums herabsinkt.

Verwundungen erscheinen am häufigsten als Verbrechen von Personen zwischen 25 und 30 Jahren, ebenso Meineid.

Wenn auch im Allgemeinen das Maximum der „Neigung zum Verbrechen“ auf das 25. Lebensjahr des Menschen fällt, so gibt es demnach doch gewisse Verbrechen, die ihr Maximum früher oder später erreichen. „So wird der Mensch, hingerissen von der Gewalt seiner Leidenschaften, zuerst zum Verbrecher gegen die Sittlichkeit und fast gleichzeitig tritt er seinen Lauf als Dieb an und diese Neigung zum Diebstahle begleitet ihn fast in-

stinctiv bis zu seinem letzten Athemzuge. Mit der vollen Entwickelung seiner physischen Kraft greift er zu allen Acten der Gewaltthat, zum Todschlage, der Rebellion, dem Straßenraube. Später, mit wachsender Ueberlegung, wird er heimlicher Mörder und Giftmischer. Noch später endlich und fortschreitend auf der Bahn des Verbrechens, substituirt er die Schlauheit der Stärke und wird Fälscher." Es ist ein betrübender Anblick, den ein solches Bild des Menschen gewährt, und Quetelet selbst sagt betroffen: „Die Ursachen und Kräfte, welche das sociale System beeinflussen, erfahren niemals eine plötzliche Aenderung. Es gibt ein Budget, das mit einer erschreckenden Regelmäßigkeit bezahlt wird, es ist jenes der Gefängnisse, der Bagno's, der Schaffots. Dieses Budget zu vermindern, muß unser hauptsächlichstes Bestreben sein" Aber auf welche Weise ist diese Verminderung herbeizuführen? Die Culturgeschichte gibt uns hierfür die deutlichsten Fingerzeige, indem sie beweist, daß die Zahl der Verbrechen abnimmt, — nicht in dem Maße als die Strafen verschärft, sondern als die Bildung des Volkes gehoben wird. Bildung, sagt ein bekanntes Sprüchwort, macht frei, sie verschönert, veredelt und verlängert das Leben. Ohne Bildung ist der Mensch im wahrsten Sinne des Wortes ein wildes Thier, grausamer, blutgieriger, heimtückischer und unbezähmbarer als irgend ein anderes. Rousseau's Behauptung: der Wilde sei der glücklichste der Menschen und Uncultur sei der Bildung vorzuziehen, ist die thörichste von allen seinen Behauptungen.

IX.

Es verbleibt uns, zum Schlusse unserer Umschau auf dem Gebiete der socialen Statistik, noch einen Blick zu werfen auf die Selbstmorde, um zu prüfen, ob auch vielleicht in der Vernichtung des Menschen durch seine eigene Hand sich jene Regelmäßigkeit zeigt, welche wir in den vorhergehenden Artikeln so häufig erscheinen sahen. Der Zustand, in welchem der Einzelne Hand an sich selbst legt, ist im Allgemeinen ein so ausnahmsweiser, daß man von vorneherein, wenig geneigt sein sollte, hier an eine statistische Gesetzmäßigkeit zu glauben. Dennoch zeigen hinreichend genaue Zusammenstellung mit Evidenz, daß auch auf diesem Gebiete der menschlichen Verirrung, die Zahl der Verbrecher, wenn man einen größern Landstrich ins Auge faßt, Jahr für Jahr, wenig von einem mittlern Werthe abweicht. Niemals zeigen sich in diesen Zahlen große Sprünge, wohl aber bemerkt man bisweilen, daß sie sich langsam, im Laufe längerer Zeitperioden vermindern oder auch vermehren. Der letztere Fall ist natürlich kein Beweis für den socialen Fortschritt des betreffenden Landes. Frankreich kann uns hierzu ein lehrreiches Beispiel bieten. Die Anzahl der Selbstmorde betrug nämlich hier:

1827 : 1542	1840 : 2752,
1828 : 1754	1841 : 2814,

1829 : 1904	1842 : 2866,
1830 : 1756	1843 : 3026,
1831 : 2084	1844 : 2973.

Allerdings war das Land in den Jahren 1840—1844 bevölkerter als von 1827 bis 1831, allein die Bevölkerungszunahme betrug nur 6 Procent, während die Zahl der Selbstmorde um volle sechzig Procent stieg!!

Auch in der Art und Weise, wie sich der Mensch ums Leben bringt, zeigt sich eine gewisse Reihenfolge der Häufigkeit, doch ist dieselbe für die beiden Geschlechter sehr verschieden. Unter den Männern ist das Erhängen am meisten beliebt, unter den Weibern das Ertränken, welches bei jenen erst in zweiter Linie kommt. In Frankreich erhängen sich durchschnittlich jährlich 666 Männer, 580 ertränken sich, 418 tödten sich mittels Feuerwaffen, 103 durch Kohlendampf, 93 mittels scharfer Instrumente, 69 durch Herabsturz und 45 durch Gift. Was die Selbstmörderinnen anbelangt, so ertränken sich in Frankreich durchschnittlich jährlich 322, 176 machen ihrem Leben durch Erhängen ein Ende, 85 durch Kohlendampf, 44 durch Herabsturz, 21 durch Gift, 16 durch scharfe Instrumente, aber nur 7 jagen sich eine Kugel durch den Kopf. Man sieht, auch in der Art und Weise des Selbstmordes hat jedes der beiden Geschlechter seine eigenen Passionen.

Die Zahl der Selbstmorde ist größer in den Städten als auf dem Lande: aber auch in den einzelnen Städten ist sie sehr verschieden. Während z. B. in Philadelphia auf je 16.000 Bewohner ein Selbstmörder zu rechnen

ist, zeigt New-York schon auf 7800 Bewohner, London auf je 5000, Berlin auf je 2900, Hamburg auf je 2200, Paris auf je 2000 und Kopenhagen sogar auf je 1000 Bewohner einen Selbstmord. Diese Zahlen ändern sich natürlich im Laufe größerer Zeitperioden mit dem Zustande der Gesellschaft. Die genauere Untersuchung zeigt, daß für unsere Großstädte die relative und absolute Zahl der Selbstmorde von Jahr zu Jahr steigt; ein trauriges Zeichen der socialen Zustände!

Untersucht man die Häufigkeit der Selbstmorde mit Rücksicht auf das Lebensalter der betreffenden Verbrecher, so findet man die Jahre zwischen 40 und 60 am zahlreichsten vertreten, während unter 20 Jahren nur wenige Thaten dieser Art verübt werden. Eine Ausnahme hiervon macht Berlin, wo die meisten Selbstmorde im Alter von 20 bis 30 Jahren verübt werden und die Altersklasse von 10 bis 20 Jahren ein nur wenig geringeres Contingent stellt.

Interessant ist die tägliche Periode der Häufigkeit der Selbstmorde. Die Meisten fallen auf die Stunden zwischen 10 und 12 Uhr Vormittags, von hier nimmt ihre Zahl langsam ab und ist am geringsten zwischen 2 und 4 Uhr Morgens. Außerordentlich klar tritt der Einfluß der Jahreszeiten auf die Zahl der Selbstmorde hervor. Das Maximum fällt in die Monate Juli bis September, das Minimum tritt im Januar, Februar und März ein.

Aus allem Vorhergehenden ergibt sich deutlich, daß der Mensch, sobald man große Massen ins Auge faßt, bei allen seinen Handlungen mit der größten Gesetzmäßigkeit verfährt. Mag er sich verheirathen, mag er sich

tödten, mag er seine Hand nach dem Gute oder dem Leben seines Nebenmenschen ausstrecken: stets scheint er unter dem Einflusse bestimmter Ursachen zu handeln, und außerhalb seines freien Willens gestellt zu sein. Was muß man hieraus schließen? Muß man an einen verderblichen, trostlosen Fatalismus glauben, der den Menschen auf den Weg des Verderbens treibt und von dem keine sittliche Kraft ihn fortreißen kann? Nein, gewiß nicht! Der Mensch, sagt Quetelet, vermag innerhalb der Sphäre der freien Willensthätigkeit, alle Kräfte seines Verstandes anzuwenden, um fremden Eingebungen zu folgen oder ihnen zu widerstehen. Aber die Erfahrung lehrt, daß während der Eine triumphirt, der Andere unterliegt, und daß unter dem Einflusse socialer Ursachen, welche uns mehr oder weniger beherrschen, dieselben Wirkungen sich periodisch in derselben Ordnung wiederholen. Wenn es mir einfiele, vor meiner Thüre das Pflaster aufreißen zu lassen und man mir am nächsten Morgen mittheilte, daß während der Nacht mehrere Personen dort gefallen seien und sich beschädigt hätten: dürfte ich mich darüber wundern? Und hätte ich nicht Unrecht zu behaupten, ich sei nicht die Ursache dieser Unfälle, weil Jeder seinen freien Willen gehabt, zu gehen, wohin er wollte, und sich Licht mitzunehmen? Nun wohl, ein großer Theil der moralischen Fälle auf socialem Gebiete, entspringt aus ähnlichen Gründen und man kann sich nicht genug bemühen, die Ursachen aus dem Wege zu räumen, denen sie ihren Ursprung verdanken. Hier ist es, wo der Gesetzgeber eine hohe

Mission erfüllen kann. Indem er das Medium verändert, in welchem der Mensch lebt, kann er die Existenzbedingungen Seinesgleichen verbessern. Oder bin ich vielleicht deshalb Fatalist, weil ich erkannt habe, daß die Luft, in der ich lebe, mir schädlich ist, mich tödtet? Laßt mich eine bessere Luft einathmen, verbessert das Medium, worin ich leben muß, und ihr werdet mir eine neue Existenz geben! In ähnlicher Weise kann meine moralische Existenz stark und gesund sein, ohne daß es mir deshalb immer möglich ist, den tödtlichen Ursachen zu widerstehen, die auf mich eindringen. Meine sittliche Existenz ist fast fortwährend in euren Händen ihr Gesetzgeber; eure Institutionen dulden oder beschützen selbst eine Menge von Gefahren und Fallstricken: und ihr züchtigt mich, wenn ich unvorsichtig unterliege! Wäre es nicht besser, wenn ihr suchtet, die Abgründe längs deren ich wandeln muß, auszufüllen, oder wenn ihr wenigstens bemüht wäret, meinen Weg zu erleuchten?

Das ist die richtige Interpretation der statistischen Ergebnisse, nicht jene, welche eine Nothwendigkeit lehrt, die das Individuum den Abgründen zutreibt, die seine physische und moralische Existenz vernichten. Es gibt eine menschliche Willensfreiheit, aber eine begrenzte, relative, keine absolute. Diese Grenzen steckt sich der Einzelne nicht selbst, sondern sie sind bedingt durch seine intellectuelle Entwickelung und seine sociale Stellung. Je mehr Bildung, um so mehr Willensfreiheit.





